

MAGNETO-RESISTIVE MAGNETIC HEAD AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

Patent Number: JP2001160204
Publication date: 2001-06-12
Inventor(s): INAGUMA TERUYUKI
Applicant(s): SONY CORP
Requested Patent: JP2001160204
Application Number: JP19990341372 19991130
Priority Number(s):
IPC Classification: G11B5/187; G11B5/127; G11B5/39
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To judge the depth of an MR element without measuring its resistance value.
SOLUTION: At least either of a lower magnetic shielding layer 3 and an upper magnetic shielding layer 12 are formed to such shapes that the sectional lengths, sectional positions, etc., in the track width direction exposed on surfaces for sliding with media change according to the depth of the MR element 6.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-160204

(P2001-160204A)

(43) 公開日 平成13年6月12日 (2001. 6. 12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 1 1 B	5/187	G 1 1 B	Q 5 D 0 3 4
	5/127		Q 5 D 0 9 3
	5/39		5 D 1 1 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平11-341372

(22) 出願日 平成11年11月30日 (1999. 11. 30)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号

(72) 発明者 稲熊 輝往

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外 2 名)

Fターム(参考) 5D034 BA02 BA19 BB08 DA01

5D093 AA01 AB03 AC01 AD03 BD01

DA01 FA22 HA02

5D111 AA12 AA19 AA23 BB12 GG12

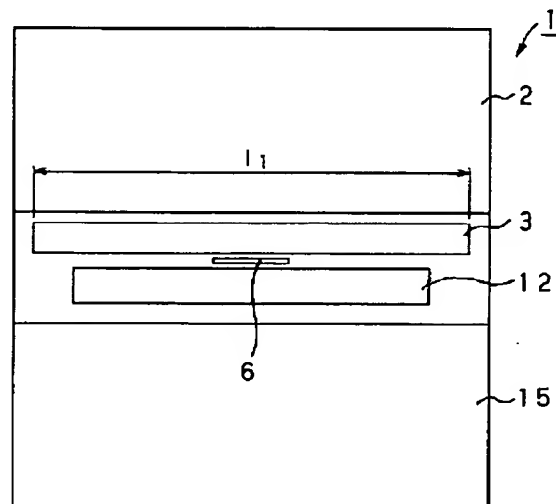
JJ25 KK20

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果型磁気ヘッド及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 MR素子のデプスを、抵抗値を測定せずに判断する。

【解決手段】 下部磁気シールド層3及び上部磁気シールド層12のうち少なくとも一方を、MR素子6のデプスに応じて、媒体摺動面に露出するトラック幅方向の断面長さ、及び断面位置などが変化するような形状で形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 テープ状記録媒体に対して摺接して用いられる磁気抵抗効果型磁気ヘッドであって、テープ状記録媒体の摺接方向に、第1の磁気シールド部材と、磁気抵抗効果素子と、第2の磁気シールド部材とをこの順で備えるとともに、これらの各部材がテープ状記録媒体が摺接する媒体摺接面に露出してなり、上記第1及び第2の磁気シールド部材のうち少なくとも一方は、上記磁気抵抗効果素子のデプスに応じて、上記媒体摺接面における断面のトラック幅方向の長さ及び／又は位置が変化する形状で形成されていることを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項2】 上記第1及び第2の磁気シールド部材のうち一方は、上記磁気抵抗効果素子のデプスに応じて、上記媒体摺接面におけるトラック幅方向の断面長さが長くなる形状で形成されているとともに、上記第1及び第2の磁気シールド部材のうちの他方は、上記媒体摺接面におけるトラック幅方向の断面長さが短くなる形状で形成されていることを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項3】 上記第1及び第2の磁気シールド部材のうち一方は、上記磁気抵抗効果素子のデプスに応じて、上記媒体摺接面におけるトラック幅方向の断面位置が所定の方向で変化する形状で形成されているとともに、上記第1及び第2の磁気シールド部材のうちの他方は、上記媒体摺接面におけるトラック幅方向の断面位置が、一方とは逆方向に形成されていることを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項4】 回転ドラムに搭載されて、テープ状記録媒体に記録された磁気信号をヘリカルスキャン方式によって読みとることを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項5】 磁気抵抗効果型磁気ヘッドの製造方法であって、基板上に、第1の磁気シールド部材と、磁気抵抗効果素子と、第2の磁気シールド部材とを順次形成する部材形成工程と、上記基板の一側面に対して研削加工及び／又は研磨加工を施すことにより、上記第1及び第2の磁気シールド部材、及び磁気抵抗効果素子を露出させて、テープ状記録媒体が摺接する媒体摺接面を形成する摺接面加工工程とを有し、上記部材形成工程においては、上記第1及び第2の磁気シールド部材のうちの少なくとも一方を、上記磁気抵抗効果素子のデプスに応じて、上記媒体摺接面におけるトラック幅方向の断面長さ及び／又は断面位置が変化する形状で形成し、上記摺接面加工工程においては、上記第1及び第2の磁気シールド部材の断面長さ及び／又は断面位置に応じて加工量を調整することにより、上記磁気抵抗効果素子の

デプスを決定することを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッドの製造方法。

【請求項6】 上記摺接面加工工程においては、上記第1及び第2の磁気シールド部材の断面長さ及び／又は断面位置に加えて、上記磁気抵抗効果素子の抵抗値を測定した結果に応じて加工量を調整することの特徴とした請求項5記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、テープ状記録媒体に対する摺接型の記録再生装置における回転ドラムに搭載される磁気抵抗効果型磁気ヘッド及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ヘッドは、磁気記録再生装置に搭載されて、磁気記録媒体に対して情報信号の記録及び／又は再生（以下、記録再生という。）を行うものである。このような磁気記録再生装置としては、例えばビデオテープレコーダ（VTR：VideoTape Recorder）やDAT（Digital Audio Tape）レコーダ等のように、高速で回転するドラムに磁気ヘッドを備え、このドラムに対してテープ状の磁気記録媒体を摺動させて、いわゆるヘリカルスキャン方式によって記録再生を行うものがある。

【0003】磁気ヘッドは、一般に、高透磁率である磁性材料によって形成された磁気コアに対して、コイルが巻回されることによって構成されている。このような磁気ヘッドは、磁気コアとコイルとの電磁誘導を利用して磁気記録媒体に対する記録再生を行うことから、電磁誘導型（インダクティブ型）磁気ヘッドと称される。

【0004】従来の磁気ヘッドは、バルク型の磁性材料を機械加工によって整形した磁気コア半体を、磁気ギャップを介して接合一体化することによって磁気コアを構成している。

【0005】しかしながら、近年、磁気記録の分野においては、磁気信号の高記録密度化がより一層進められており、微細な磁気信号を正確に記録再生することが要求されている。ところが、電磁誘導型磁気ヘッドは、バルクの磁性材料から機械加工によって磁気コアが整形されているために、狭トラック化及び狭ギャップ化を十分に図ることができず、高記録密度化に対応することができない。

【0006】そこで、高記録密度化に対応した磁気ヘッドとして、磁気抵抗効果素子（以下、MR素子と称する。）の磁気抵抗効果を利用して、磁気記録媒体に記録された信号を読み取る磁気抵抗効果型磁気ヘッド（以下、MRヘッドという。）が普及している。

【0007】MR素子は、抵抗素子の一種であり、磁気記録媒体に記録された信号磁界等の外部磁界の変化に応じて、電気抵抗が変化する。MRヘッドは、MR素子に電流を流し、このMR素子に流れる電流値が磁気記録媒

体からの信号磁界に応じて変化することを利用して、磁気記録媒体に記録された信号を読み取る。

【0008】ところで、近年では、小型で大容量である磁気記録媒体が望まれており、これに伴い、例えば記録トラック幅を狭くするなどの手法によって、磁気記録媒体の高記録密度化がますます進んでいる。

【0009】MRヘッドは、磁気抵抗効果を示すMR素子が非磁性基板上に形成されてなり、再生専用として用いられる磁気ヘッドである。MRヘッドは、磁気コイルが不要であることから磁気誘導型の磁気ヘッドに比べて小型化が可能であるとともに、高感度であることから再生出力が高い。このため、MRヘッドは、高記録密度化に適した磁気ヘッドとして注目されている。

【0010】MRヘッドは、磁気シールド部材が形成されたそれぞれの基体における磁気シールド部材形成面に、磁気抵抗効果素子（以下、MR素子と称する。）を形成する薄膜層が挟み込まれた構造となっている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したMRヘッドを搭載した記録再生装置の例としては、ハードディスク装置や磁気テープ装置などが挙げられる。これらの装置におけるMRヘッドは、摺接面に対して砥石による研削加工を施したり、研削紙に摺動させたりすることによって、磁気抵抗効果型薄膜（以下、MR薄膜と称する。）が所定のデプスとなるように加工している。

【0012】ハードディスク装置におけるMRヘッドは、ジンバルと呼ばれる支柱の先端に位置している。このため、外部からMR素子を観察することが可能であり、MR素子のデプスを視覚的に判断することができる。

【0013】一方、磁気テープ装置におけるMRヘッドにおいては、不透明な一对の基板によってMR素子が挟み込まれている。このため、視覚的にMR素子を観察することは不可能である。このようなMRヘッドにおいてMR素子のデプスを判断するためには、抵抗値を測定している。

【0014】しかしながら、MRヘッドにおいては、摺接面上にMR素子を構成する膜構造と、この膜構造を挟む一对の磁気シールド層とが露出する。このため、機械的な加工を施して摺接面を研削すると、MR素子を構成する材料が延性により引きずられてお互いに接触する。このとき、磁気シールド層が導電性であるために、抵抗値が変化してしまい、MR素子のデプスを正確に判断することは、不可能となる。

【0015】また、MRヘッドは、加工中に加えられた熱や歪みによっても、微少なショートが発生するために抵抗値が変化してしまう。また、MRヘッドは、研削加工により生じた導電性の付着物によっても抵抗値が変化してしまう。これらの理由により、抵抗値のみを判断基準として採用したときには、各MRヘッドにおけるMR

素子のデプスを一定とすることが困難である。

【0016】MR素子の再生出力などは、MR素子の形状が変化してしまうとばらつきが生じてしまう。この場合、MRヘッドの品質を一定とすることが困難となる。このため、MRヘッドにおけるMR薄膜のデプスを一定として、MR素子の形状を一定とする必要性がある。

【0017】本発明はこのような従来の実状に鑑みて提案されたものであり、磁気シールド部材の形状を視覚的に判断することにより、磁気抵抗効果素子のデプスを一定とすると共に、磁気抵抗効果素子のデプスを均一にすることが可能である磁気抵抗効果型磁気ヘッドを提供することを目的とする。そして、再生出力が高く、且つ信頼性が高い磁気抵抗効果型磁気ヘッドを提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、テープ状記録媒体に対して摺接して用いられる磁気抵抗効果型磁気ヘッドである。そして、テープ状記録媒体の摺接方向に、第1の磁気シールド部材と、磁気抵抗効果素子と、第2の磁気シールド部材とをこの順で備えるとともに、これらの各部材がテープ状記録媒体が摺接する媒体摺接面に露出してなる。そして、上記第1及び第2の磁気シールド部材のうち少なくとも一方は、上記磁気抵抗効果素子のデプスに応じて、上記媒体摺接面における断面のトラック幅方向の長さ及び／又は位置が変化する形状で形成されていることを特徴とする。

【0019】以上のように構成された本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、磁気シールド部材の断面の長さ及び／又は位置が、磁気抵抗効果素子のデプスによって変化する。そのため、MRヘッドの抵抗値を測定せずに、摺接面から視覚的に磁気抵抗効果素子のデプスを判断することを可能とする。また、磁気抵抗効果素子のデプスを正確に測定することが可能となる。

【0020】また、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドの製造方法は、部材形成工程と、摺接面加工工程とを有する。

【0021】部材形成工程では、基板上に、第1の磁気シールド部材と、磁気抵抗効果素子と、第2の磁気シールド部材とを順次形成する。そして、上記第1及び第2の磁気シールド部材のうちの少なくとも一方を、上記磁気抵抗効果素子のデプスに応じて、上記媒体摺接面におけるトラック幅方向の断面長さ及び／又は断面位置が変化する形状で形成する。

【0022】摺接面加工工程では、上記基板の一側面に対して研削加工及び／又は研磨加工を施すことにより、上記第1及び第2の磁気シールド部材、及び磁気抵抗効果素子を露出させて、テープ状記録媒体が摺接する媒体摺接面を形成する。そして、上記第1及び第2の磁気シールド部材の断面長さ及び／又は断面位置に応じて加工

量を調整することにより、上記磁気抵抗効果素子のデプスを決定する。

【0023】したがって、磁気シールド部材の断面長さ及び／又は断面位置が、磁気抵抗効果素子のデプスによって変化する。このことにより、MRヘッドの抵抗値を測定せずに、摺接面から視覚的に磁気抵抗効果素子のデプスを判断することが可能であり、且つ磁気抵抗効果素子のデプスが一定である磁気抵抗効果型磁気ヘッドを提供することを可能とする。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。以下では、図1に示すような、本発明を適用した磁気抵抗効果型磁気ヘッド1（以下、MRヘッドと称する。）について説明することとする。

【0025】なお、以下の説明で用いる図面は、各部の特徴をわかりやすく図示するために、特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各部材の寸法の比率が実際と同じであるとは限らない。また、以下では、磁気ヘッド1を構成する各薄膜の構成や材料等について例示するが、本発明は、例示する磁気ヘッド1に限定されるものではなく、所望とする目的や性能に応じて各薄膜の構成や材料等を選択すればよい。

【0026】また、以下の説明では、MRヘッド1が回転ドラムに搭載されてヘリカルスキャン方式によって再生動作を行う場合を例に挙げて述べるが、本発明は以下の例に限定されるものではない。例えば、いわゆる固定型ヘッドにMRヘッド1を採用してもよい。

【0027】MRヘッド1は、図1及び図2に示すように、第1の基板2上に、下部磁気シールド層3と、平坦化層4とが形成されている。下部磁気シールド層3と、平坦化層4とは、略同一面を形成している。なお、平坦化層4は、図2における図示を省略している。下部磁気シールド層3と、平坦化層4との上に下部ギャップ層5が形成されている。

【0028】下部ギャップ層5上には、磁気抵抗効果薄膜6（以下、MR薄膜6という。）が形成されている。MR薄膜6の長手方向には、バイアス層7a、7bと、電極層8a、8bとが順次積層されている。また、接続端子9a、9bと、外部接続端子10a、10bとが形成されている。

【0029】MR薄膜6と、バイアス層7a、7bと、電極層8a、8bとは、摺動面に露出するように形成されている。接続端子9a、9bと、外部接続端子10a、10bとは、摺動面に露出しない位置に形成されている。

【0030】なお、図1においては、バイアス層7a、7bと、電極層8a、8bとの図示を省略する。また、図2においては、接続端子9a、9bと、外部接続端子10a、10bとの図示を省略する。

【0031】MR薄膜6と、バイアス層7a、7bと、電極層8a、8bと、接続端子9a、9bとの上には、上部ギャップ層11と、上部磁気シールド層12とが順次形成されている。上部ギャップ層11と、上部磁気シールド層12との上には、保護膜13が形成されている。そして、保護膜13上に、接着層14を介して第2の基板15が形成されている。

【0032】第1の基板2と第2の基板15とは、高硬度非磁性材料によって形成されている。具体的な材料としては、例えばアルミナ-チタン-カーバイド（アルチック）、 α -Fe₂O₃（ α -ヘマタイト）、NiZn及びMnZnなどの多結晶フェライトなどが挙げられる。第1の基板2と第2の基板15とは、平面形状が略長方形の薄板形状に形成されてなる。

【0033】また、第1の基板2と第2の基板15との端面は、テープ状記録媒体が摺動する媒体摺動面16とされている。この媒体摺動面16は、所定の曲率を有する円弧状の曲面とされている。このとき、テープ状記録媒体は、矢印Aの方向に摺動する。

【0034】下部磁気シールド層3と、上部磁気シールド層12とは、磁気記録媒体からの信号磁界のうち、再生対象外の磁界が、MR薄膜6に引き込まれないように機能する。すなわち、再生の対象外の信号磁界は、下部磁気シールド層3と、上部磁気シールド層12とにより導かれ、再生の対象となる信号磁界だけがMR薄膜6に導かれる。これにより、MR薄膜6の高周波数特性及び読取分解能の向上が図られている。

【0035】下部磁気シールド層3は、摩耗及び腐食が生じにくい軟磁性材料によって形成されている。この軟磁性材料の例としては、センダスト（Fe-Al-Si合金）、FeTaなどの通常の磁気ヘッドにおいて磁気シールド部材として使用される材料が挙げられる。

【0036】なお、上述した軟磁性材料がMRヘッド1における磁気シールド部材として機能するためには、信号磁界における最長波長の2倍以上の厚みが必要となる。このため、下部磁気シールド層3の厚みは、MRヘッド1の構造に応じて決定される。本実施の形態においては、下部磁気シールド層3の厚みを、2.5 μ mとした。

【0037】上部磁気シールド層12は、後述するような、Co系アモルファス材料による軟磁性層から形成されている。上部磁気シールド層12は、Co系アモルファス材料による軟磁性薄膜層と、非磁性薄膜層とを交互に堆積させた積層構造であり、少なくとも2層以上の磁性薄膜層を有する積層構造をなしている。

【0038】ここで使用されるCo系アモルファス材料は、Co_aZr_bNb_cM_d（但し、Mは、Mo、Cr、Ta、Ti、Hf、Pd、W、Vのいずれかである。また、a、b、c、dは、原子パーセントを示しており、これらがそれぞれ79 \leq a \leq 83、2 \leq b \leq 6、10 \leq

$c \leq 14$, $1 \leq d \leq 5$ であり、 $a+b+c+d=100$ である。)の組成からなる材料であることが望ましい。この理由は、以下に述べる通りである。

【0039】例えば、上述したCo系アモルファス材料において、 $M=Ta$ のときには、 $68 \leq a \leq 90$, $0 \leq b \leq 10$, $0 \leq c \leq 20$, $0 \leq d \leq 10$, $a+b+c+d=100$ であれば、軟磁性特性が優れている。この組成が、 $79 \leq a \leq 83$, $2 \leq b \leq 6$, $10 \leq c \leq 14$, $1 \leq d \leq 5$, $a+b+c+d=100$ のときには、軟磁性特性に加えて、耐熱性、耐摩耗性、及び透磁率も優れたものとなる。

【0040】このため、この組成のCo系アモルファス材料を用いることによって、上部磁気シールド層12の偏摩耗を減少させることができたため、スペーシングロスを減少させることが可能となる。また、このためにMRヘッド1は、高い出力を維持することができると共に、その寿命を延ばすことが可能となる。

【0041】また、上述した上部磁気シールド層12に使用される軟磁性材料においては、この磁壁の移動は突発的な磁化の変化をひき起こす。この磁化の変化がMR薄膜6に感知されるとバルクハウゼンノイズが生じ、再生動作が不安定になる。このため、上部磁気シールド層12は、軟磁性薄膜層と非磁性薄膜層とを所定の厚みで堆積させることが望ましい。このことにより軟磁性薄膜層同士を静磁結合させ、エネルギーが低く、且つ軟磁性薄膜層に磁区が生じない状態となる。

【0042】なお、本実施の形態においては、軟磁性薄膜層の厚さを $0.28 \mu m$ とし、非磁性薄膜層の厚みを $5 nm$ として、軟磁性薄膜層が12層となるように軟磁性薄膜層と非磁性薄膜層とを交互に堆積させた。また、Co系アモルファス材料の特性を安定化させるために、下地としてCrなどを数nm程度堆積させることが望ましい。

【0043】下部磁気シールド層3及び上部磁気シールド層12は、少なくともその一方が、媒体摺動面16からのMR素子のデプスに応じて、媒体摺動面16の断面におけるトラック幅方向の長さ(以下、断面長さと呼ぶ。)及び位置(以下、断面位置と呼ぶ。)などが変化する形状で形成されている。

【0044】以下では、上述したように、下部磁気シールド層3及び上部磁気シールド層12の少なくとも一方が、媒体摺動面16からのMR素子のデプスに応じて、媒体摺動面16におけるトラック幅方向の断面長さや、断面位置などが変化する形状で形成されている例を、図3乃至図14を用いて説明する。

【0045】ここでは、上述した磁気シールド層17を、媒体摺動面16に対して垂直な側面方向から見た形状について述べる。なお、以下では、下部磁気シールド層3及び上部磁気シールド層12をまとめて、磁気シールド層17と呼ぶ。

【0046】先ず、図3に示すように、上底が下底よりも大きい台形となる形状が挙げられる。このような形状に形成された磁気シールド層17に対して研削を施したときには、MR素子のデプスが小さくなるにつれ、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さは徐々に短くなる。

【0047】言い換えると、研削を施すにつれて磁気シールド層17の断面長さは短くなる。この断面長さを測定し、後述する数1によりデプスを算出する。このデプスが所定の値となるまで、磁気シールド層17に対して研削を施す。

【0048】このとき、図3で示す磁気シールド層17のもつテーパ角 $\theta 1$ は、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さの変化が、認識できる値であれば任意である。しかしながら、磁気シールド層17に対する加工の施しやすさや、光学顕微鏡による磁気シールド層17の認識のしやすさなどを考慮すると、 $\theta 1$ の値は、 45° 以上且つ 60° 以下であることが望ましい。

【0049】ここで、図3に示すように、形成されたMR素子の媒体摺動面16側における磁気シールド層17の断面長さを $l1$ とし、MR素子が所定のデプスとなるまで研削を施したときにおける磁気シールド層17の媒体摺動面16における断面長さを $l2$ とし、加工のときの研削などによって摩耗したMR素子の長さを $d1$ とした場合、 $l1$ と $l2$ と $d1$ との関係は、次の数1で表すことが可能となる。

【0050】

$$l2 = l1 - 2 \cdot d1 / \tan \theta \cdots \text{数1}$$

数1により、媒体摺動面16における磁気シールド層17の断面長さから、MR素子のデプスを測定することが可能となる。このことにより、MRヘッド1を構成する各材料がお互いに接触したり、加工中に加えられた熱や歪みによって微少なショートが発生したり、研削加工により生じた導電性物質が付着したりすることによってMRヘッド1全体の抵抗値が変化したときにも、MR素子のデプスを正確に測定することが可能となる。

【0051】次に、図4に示すように、上底が下底よりも小さい台形となる形状が挙げられる。このような形状に形成された磁気シールド層17に対して研削を施したときには、MR素子のデプスが小さくなるにつれ、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さは徐々に長くなる。

【0052】このとき、この磁気シールド層17のもつテーパ角 $\theta 2$ は、磁気シールド層17が媒体摺動面16に露出しているときに、その形状の変化が認識できる値であれば任意である。しかしながら、加工の施しやすさ、光学顕微鏡での認識のしやすさなどを考慮すると、 $\theta 1$ の値は、 135° 以上且つ 150° 以下であることが望ましい。

【0053】次に、図5に示すように、所定のデプスに相当する位置に切れ込みが入っている形状が挙げられる。この場合、切れ込みの大きさ及び形などは任意である。しかしながら、磁気シールド層17の媒体摺動面16に露出する断面長さの変化が認識できる必要がある。ここでは切れ込みの形を三角形とした。また、この三角形の頂点は、MR薄膜6のデプスが0となる位置とした。

【0054】このような形状に形成された磁気シールド層17に対して研削を施したときには、MR素子が所定よりも少し大きいデプスとなったときに、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さが短くなり始める。そして、それ以降は、MR素子のデプスが小さくなるにつれ、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さは徐々に短くなる。

【0055】ここで、形成されたMR素子の媒体摺動面16側に露出する磁気シールド層17の断面長さを13とし、所定のデプスとなるまで研削したときの磁気シールド層17の媒体摺動面16に露出する断面長さを14とし、加工のときの研削などによって摩耗したMR素子の長さをd2とした場合、13と14とd2とに関係は、以下に示す数2で表すことが可能となる。

【0056】

$$14 = 13 - 2 \cdot d2 / \tan \theta \cdots \text{数2}$$

数2により、磁気シールド層17の媒体摺動面16における断面長さから、MR素子のデプスを測定することが可能となる。このようにMR素子のデプスを測定することにより、MRヘッド1を構成する各材料が互いに接触したり、加工中に加えられた熱や歪みによって微少なショートが発生した場合や、研削加工により生じた導電性物質が付着したりすることによって、MRヘッド1全体の抵抗値が変化した場合にも、MR素子のデプスを正確に測定することが可能となる。

【0057】次に、図6に示すように、楕円形であり、MR素子が所定のデプスとなる位置が楕円形の長径となる形状が挙げられる。

【0058】このような形状に形成された磁気シールド層17に対して研削を施したときには、MR薄膜6のデプスが小さくなるにつれ、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さは徐々に長くなる。そして、MR素子のデプスが所定の大きさとなったときに、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さは最長となる。そして、それ以上の研削を施すにつれ、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さは徐々に短くなる。

【0059】次に、図7に示すように、所定のデプスに相当する位置に凸状部が存在する形状が挙げられる。この場合、凸状部の大きさ及び形などは任意である。しかしながら、磁気シールド層17の媒体摺動面16に露出する断面長さの変化が認識できる必要がある。ここでは

凸状部の形を三角形とした。また、この三角形の頂点は、MR素子のデプスが0になる位置とした。

【0060】このような形状に形成された磁気シールド層17に対して研削を施したときには、MR素子が所定よりも少し大きいデプスとなったときに、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さが長くなり始める。そして、それ以降は、MR素子のデプスが小さくなるにつれ、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さは徐々に長くなる。

【0061】次に、図8に示すように、磁気シールド層17に凸状部が形成されており、且つMR素子が所定のデプスとなる位置に、この凸状部の頂点がある形状が挙げられる。この場合、凸状部の大きさ及び形などは任意である。しかしながら、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さの変化が認識できる必要がある。ここでは凸状部の形を三角形とした。

【0062】このような形状に形成された磁気シールド層17に対して研削を施したときには、MR素子が所定よりも少し大きいデプスとなったときに、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さが長くなり始める。そして、それ以降は、MR薄膜6のデプスが小さくなるにつれ、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さは徐々に長くなる。

【0063】そして、デプスが所定の大きさとなったときに、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さが最長となる。そして、それ以上の研削を施すことにより、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さは徐々に短くなる。

【0064】磁気シールド層17を上述したような形状とすることにより、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さと、MR薄膜6のデプスとを対応させることが可能となる。このことから、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さを測定することによって、MR薄膜6のデプスを判断することが可能となる。

【0065】また、図3乃至図8においては、下部磁気シールド層3と上部磁気シールド層12との形状を、媒体摺動面16に対して垂直な側面の方から見たときに同じとする場合について説明した。しかしながら、下部磁気シールド層3と、上部磁気シールド層12との形状は異なってもよい。以下では、下部磁気シールド層3と、上部磁気シールド層12との形状が異なっている場合について説明する。

【0066】上述したような磁気シールド層17の例としては、先ず、図9に示すように、磁気シールド層17の一方を上底が下底よりも大きい台形となる形状とし、磁気シールド層17の他方を上底が下底よりも小さい台形となる形状とする場合が挙げられる。

【0067】このような形状に形成された磁気シールド層17に対して研削を施したときには、MR素子のデプ

スが小さくなるにつれて、磁気シールド層17の一方は、媒体摺動面16に露出する断面長さが徐々に長くなり、磁気シールド層17の他方は、媒体摺動面16に露出する断面長さが徐々に短くなる。そして、MR素子が所定のデプスとなったときには、2つの磁気シールド層17は、媒体摺動面16に露出する断面長さが一致する。

【0068】上述したような形状で磁気シールド層17が形成されたときには、2つの磁気シールド層17の断面長さに加えて、2つの磁気シールド層17の相対的な関係によってもMR素子のデプスが判断される。このことにより、MR素子のデプスを判断する精度は、磁気シールド層17の断面長さのみで判断した場合と比較して2倍となる。

【0069】言い換えると、上述したような形状で磁気シールド層17が形成されることにより、MR素子のデプスを更に正確に判断することが可能となる。このことにより、MRヘッド1の再生出力を更に安定させることが可能となる。

【0070】次に、図10に示すように、磁気シールド層17の一方を上底が下底よりも大きい台形となる形状とし、磁気シールド層17の他方を長方形とする場合が挙げられる。

【0071】このような形状に形成された磁気シールド層17に対して研削を施したときには、MR素子のデプスが小さくなるにつれて、磁気シールド層17の一方は、媒体摺動面16に露出する断面長さが徐々に長くなり、磁気シールド層17の他方は、媒体摺動面16に露出する断面長さが一定となる。そして、MR素子が所定のデプスとなったときには、媒体摺動面16に露出する2つの磁気シールド層17の断面長さが一致する。

【0072】次に、図11に示すように、磁気シールド層17の一方を長方形とし、磁気シールド層17の他方を平行四辺形とする場合が挙げられる。

【0073】このような形状に形成された磁気シールド層17に対して研削を施したときには、MR素子のデプスが小さくなるにつれて、磁気シールド層17の一方は、媒体摺動面16に露出する断面位置がMR薄膜6に対して相対的に変化し、磁気シールド層17の他方は、媒体摺動面16に露出する断面位置が変化しない。そして、MR薄膜6が所定のデプスとなったときには、媒体摺動面16に露出する2つの磁気シールド層17の断面位置が一致する。

【0074】また、図12に示すように、磁気シールド層17の一方を楕円形とし、磁気シールド層17の他方を長方形とする場合が挙げられる。

【0075】このような形状に形成された磁気シールド層17に対して研削を施したときには、MR素子のデプスが小さくなるにつれて、磁気シールド層17の一方は、媒体摺動面16に露出する断面長さが徐々に長くな

り、MR素子が所定のデプスとなるときに、断面長さが最長となる。その後、磁気シールド層17の一方は、媒体摺動面16に露出する断面長さが徐々に短くなる。

【0076】また、磁気シールド層17の他方は、媒体摺動面16に露出する断面長さが一定となる。そして、MR薄膜6が所定のデプスとなったときには、媒体摺動面16に露出する2つの磁気シールド層17の断面長さが一致する。

【0077】また、図13に示すように、磁気シールド層17の一方を所定のデプスとなる部分に切り込みが入っている形状とし、磁気シールド層17の他方を長方形とする場合が挙げられる。この場合、切れ込みの大きさ及び形などは任意である。しかしながら、磁気シールド層17の媒体摺動面16に露出する断面長さの変化が認識できる必要がある。ここでは切れ込みの形を三角形とした。また、この三角形の頂点は、MR素子が所定のデプスとなる位置とする。

【0078】このような形状に形成された磁気シールド層17に対して研削を施したときには、切れ込みが入っている方の磁気シールド層17は、媒体摺動面16に露出する断面長さが変化する。しかしながら、長方形である磁気シールド層17は、媒体摺動面16に露出する断面長さが変化しない。以下では、切れ込みが入っている方の磁気シールド層17について、媒体摺動面16に露出する断面長さの変化について説明する。

【0079】切れ込みが入っている磁気シールド層17は、MR素子が所定よりも少し大きいデプスとなったときに、媒体摺動面16に露出する断面長さが短くなり始める。そして、それ以降は、MR素子のデプスが小さくなるにつれ、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さは徐々に短くなる。そして、MR素子のデプスが所定の大きさとなったときに、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さは最も短くなる。

【0080】このとき、両方の磁気シールド層17の長さは一致する。これ以上の研削を施したときには、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さは、研削を施す前の磁気シールド層17の断面長さと同じとなる。

【0081】また、図14に示すように、両方の磁気シールド層17を長方形と平行四辺形とを組み合わせた形状として、この平行四辺形の鋭角が存在する方向を、対称となるようにする場合が挙げられる。媒体摺動面16側を上としたときに、この図形は、所定のデプスに相当する位置より下が長方形とされており、所定のデプスに相当する位置より上が平行四辺形とされている。

【0082】このような形状に形成された磁気シールド層17に対して研削を施したときには、磁気シールド層17は、媒体摺動面16に露出する断面位置がMR素子のデプスに対応して相対的に変化する。

【0083】具体的に述べると、最初は、それぞれの磁気シールド層17は、MR素子に対して外側に位置している。そして、研削を施すにつれてそれぞれの磁気シールド層17の位置は、徐々にMR薄膜6に近づいていく。そして、MR素子が所定のデプスとなったときには、2つの磁気シールド層17の断面位置が、MR素子を挟んで対称的な位置となる。

【0084】上述したような形状で磁気シールド層17が形成されたときには、磁気シールド層17の両方の媒体摺動面16における断面位置は、MR素子のデプスに応じて変化する。これにより、MR素子のデプスを判断する精度は、磁気シールド層17のうちの一方の媒体摺動面16における断面位置の変化のみで、MR素子のデプスを判断した場合と比較して2倍となる。

【0085】言い換えると、上述したような形状で磁気シールド層17が形成されることにより、MR素子のデプスを更に正確に判断することが可能となる。このことにより、MRヘッド1の再生出力は、更に安定する。

【0086】なお、本実施の形態においては、上部磁気シールド層12は、後述するように、リフトオフの手法によって形成される。このため、上部磁気シールド12を上述した形状とするのは困難となる。このため、MRヘッド1を製造する上では、下部磁気シールド層3のみを、MR素子のデプスに応じて媒体摺動面16に露出するトラック幅方向の断面長さ、及び断面位置などが変化するよう形成することが、最も容易である。

【0087】しかしながら、下部磁気シールド層3及び上部磁気シールド層12の両方を、MR素子のデプスに応じて媒体摺動面16におけるトラック幅方向の断面長さ、及び断面位置などが変化するよう形成することが可能であれば、上述したようにMR素子のデプスをより正確に決定することが可能となる。

【0088】平坦化層4は、非磁性非導電性材料によって形成される。平坦化層4は、第1の基板2上に下部磁気シールド層3を形成したときにできた凹凸を平坦化するものであり、第1の基板2と略同一面を形成するようにする。平坦化層4は、例えば Al_2O_3 によって形成されることが望ましい。

【0089】下部ギャップ層5と、上部ギャップ層11とは、非磁性非導電性材料によって薄膜状に形成されている。これらの非磁性非導電性層が存在することによって、絶縁性が保たれる。下部ギャップ層5及び上部ギャップ層11は、絶縁性及び耐磨耗性を考慮すると、例えば Al_2O_3 によって形成されることが望ましい。

【0090】MR薄膜6は、感磁部であり、磁気記録媒体に記録されている情報記録を読みとる部分である。

【0091】ここでは、MR薄膜6は、第1の非磁性層と、第1の軟磁性層と、第2の非磁性層と、第2の軟磁性層と、第3の非磁性層とが基板側から順次積層された構造とされ、いわゆるSALバイアス方式の膜として構

成されている。第1の非磁性層と、第2の非磁性層と、第3の非磁性層としては、例えばTa等が使用される。第1の軟磁性層としては、例えばNi-Fe等が使用される。第2の軟磁性層としては、例えばNi-Fe-Nb等が使用される。

【0092】なお、MR薄膜6は、SALバイアス方式の膜に限定されるものではなく、従来から知られているような、いわゆるAMRやGMR等の各種膜構成により形成されていけばよい。また、MRヘッド1においては、MR薄膜6の長手方向が媒体摺動面16と平行となるように配設されており、媒体摺動面16と平行な方向にセンス電流が供給される。

【0093】一対のバイアス層7a、7bは、MR薄膜6に対してバイアス磁界を印加し、MR薄膜6の磁区を単磁区化するための機能を有している。一対のバイアス層7a、7bは、それぞれMR薄膜6の長手方向の両端部に位置して、硬磁性材料によって形成されている。また、一対のバイアス層7a、7bは、それぞれMR薄膜6の両端部に磁気的に接続されている。なお、以下の説明では、一対のバイアス層7a、7bをまとめて、単にバイアス層7と称することとする。

【0094】電極層8a、8bは、MR薄膜6に対してセンス電流を供給する。電極層8a、8bは、導電性であり且つ低抵抗である金属材料によって薄膜状に形成されている。ここで低抵抗である材料を使用することにより、MRヘッド1全体の抵抗値を下げる事が可能となる。電極層8a及び電極層8bは、MR薄膜6の両端にそれぞれ接続している。電極層8a、8bの材料としては、例えばCr、Ta等が好適である。

【0095】なお、以下の説明では、電極層8a、8bをまとめて、単に電極層8と称することとする。

【0096】接続端子9a、9bは、電極層8aに対してセンス電流を提供する。接続端子9a、9bは、電極層8と同様に、導電性であり且つ低抵抗である金属材料によって薄膜状に形成されている。接続端子9a、9bの材料としては、例えばCr、Ta等が好適である。

【0097】外部端子10a、10bは、接続端子9a、9bに対してセンス電流を提供する。外部端子10a、10bは、電極層8と同様に、導電性であり且つ低抵抗である金属材料によって薄膜状に形成されている。外部端子10a、10bの材料としては、例えばCr、Ta等が好適である。

【0098】なお、電極層8aと、接続端子9aと、外部接続端子10aとが、接続しており、電極層8bと、接続端子9bと、外部接続端子10bとが、接続している。これにより、MR薄膜6に対してセンス電流を提供することが可能となる。

【0099】保護層13は、MR素子部分と外部とを電氣的及び磁氣的に遮断するために形成する。保護層13は、非磁性非導電性材料によって形成される。

【0100】接着層14は、第2の基板15を貼り付けるために接着剤を使用することにより形成される。このとき使用される接着剤の例としては、エポキシ系の接着剤などが挙げられる。なお、接着層14は、図1では、図示を省略する。

【0101】なお、このMRヘッド1では、実際には、第1の基板2と、第2の基板15とが他の部分に比べて大きい。例えば、第1の基板2におけるテープ状記録媒体の走行方向の長さ l_1 は、0.8mm程度とされ、MR素子部分の長さ l_2 は、5 μ mとされる。したがって、このMRヘッド1における媒体摺動面16を形成するのは、ほとんどが第1の基板2と、第2の基板12との端面である。

【0102】上述したように、MRヘッド1は、媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さ、及び断面位置などによってMR素子のデプスを判断することが可能となる。

【0103】このため、MR素子のデプスを所定の大きさとすることが容易になり、MRヘッド1毎にMR素子のデプスが異なることが少なくなる。このことにより、MRヘッド1の再生出力を一定とすることが可能となり、再生出力が安定したMRヘッド1を提供することが可能となる。

【0104】上述したMRヘッド1が、後述するような回転ドラムに搭載されて、テープ状記録媒体に記録された情報信号を再生する。

【0105】つぎに、上述したMRヘッド1の製造方法について説明する。なお、以下の説明で用いる図面は、特徴を分かりやすく図示するために、図1乃至図14と同様に、特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各部材の寸法の比率が実際と同じであるとは限らない。

【0106】また、以下の説明では、MRヘッド1を構成する各部材並びにその材料、大きさ及び膜厚等について具体的な例を挙げるが、本発明は以下の例に限定されるものではない。例えば、以下の説明では、ハードディスク装置等で実用化されているものと同様な構造を有する、いわゆるシールド型のSAL (Soft Adjacent Layer) バイアス方式のMR薄膜を用いた例を挙げるが、MR薄膜は、この例に限定されるものではない。

【0107】本発明に係るMRヘッド1を製造する際には、先ず、図15及び図16に示すような、最終的に第1の基板2となる例えば直径3インチの円盤状の第1の基板材30を用意する。この第1の基板材30は、リーディング側のガード材となるものであり、非磁性材料が使用される。この第1の基板材30上に複数のMRヘッド1が形成される。この第1の基板材30に対して、鏡面研磨加工を施す。

【0108】次に、図17及び図18に示すように、第1の基板材30上に、最終的に下部磁気シールド層3と

なる第1の軟磁性金属薄膜層31をスパッタリング等により成膜する。

【0109】次に、第1の軟磁性金属層31に対してエッチングを施し、所定の形状とする。先ず、フォトリソグランド膜32を塗布する。次に、いわゆるフォトリソグラフィ技術によりこのフォトリソグランド膜32に対して露光、現像を施し、図19及び図20に示すように、フォトリソグランド膜32を所定の形状とする。本実施の形態では、MRヘッド1が形成される位置に横80 μ m、縦100 μ mのフォトリソグランド膜32を形成した。

【0110】次に、イオンエッチングを施し、フォトリソグランド膜32が形成されていない部分に形成されている第1の軟磁性金属層31を除去する。このことにより、第1の軟磁性金属層31は、所定の形状となる。この後、フォトリソグランド膜32を除去する。

【0111】このとき、第1の軟磁性金属層31の形状は、MR素子のデプスに応じて媒体摺動面16に露出するトラック幅方向の断面長さ、及び断面位置などが変化するように形成される。このとき、最終的に形成される下部磁気シールド層3は、図3乃至図14に示すような形状となる。そして、媒体摺動面16に露出する下部磁気シールド層3のトラック幅方向の断面長さや断面位置と、MR素子のデプスとが対応する。

【0112】このことにより、製造されたMRヘッド1の抵抗値を測定することなく、媒体摺動面16に露出する下部磁気シールド層3のトラック幅方向の断面長さ、及び断面位置などによってMR素子のデプスを判断することが可能となる。このため、MRヘッド1の製造時間を短縮させ、生産性を向上させることが可能となる。また、MR素子のデプスを正確に測定することが可能であるため、MRヘッド1の歩留まりを向上させることが可能となる。

【0113】次に、図21及び図22に示すように、第1の軟磁性金属層31が形成された第1の基板材30の表面を平坦化する。

【0114】先ず、第1の基板材30の全面に第1の非磁性非導電層33を形成する。ここで形成する第1の非磁性非導電層33によって、第1の軟磁性金属層31が完全に埋め込まれる必要がある。このため、第1の非磁性非導電層33は、第1の軟磁性金属層31の厚みより厚くなるように形成する。本実施の形態では、この厚みを3 μ mとした。また、第1の非磁性非導電層33を形成する方法の例としては、スパッタ法及び蒸着法などが挙げられる。

【0115】第1の非磁性非導電層33を形成するための材料の例としては、 Al_2O_3 、 SiO_2 などが挙げられる。

【0116】次に、第1の軟磁性金属層31が露出するまで、第1の非磁性非導電層33に対して研磨を施す。この第1の非磁性非導電層33に対する研磨の方法の例

としては、ダイヤモンド砥石で削った後に化学的研磨を行う方法や、最初から化学的研磨を行う方法などが挙げられる。第1の軟磁性金属層31は、全面にわたって露出する必要がある。最終的な第1の軟磁性薄膜層31の厚さは、第1の基板材30の反りなどの影響により異なるが、例えば2 μ m以上であれば良い。

【0117】次に、第1の軟磁性金属層31に対して熱処理を施す。この熱処理は、第1の軟磁性金属層31を形成した材料に応じて施す。本実施の形態では、第1の軟磁性金属層31をセンダストで形成したため、1時間で550℃まで昇温させた後、550℃で1時間保持し、その後で自然冷却をした。

$$(\text{下部ギャップ層5の膜厚}) = G / 2 - (a + b + c + d / 2) \cdot \dots \text{数3}$$

ただし、GはMR素子におけるバイアス層7a、7b間の距離である。また、aはMR薄膜における下部絶縁層（ここではTa）の膜厚である。bはMR薄膜におけるSALバイアス層（ここではNiFeNb）の膜厚である。cはMR薄膜における中間絶縁層（ここではTa）の膜厚である。dはMR薄膜における感磁層（ここではNiFe）の膜厚である。

【0121】次に図25及び図26に示すように、第2の非磁性非導電性層34上に、最終的にSALバイアス方式のMR薄膜6を構成するMR薄膜層35を、スパッタリング等により成膜する。具体的には、MR薄膜層35は、例えば膜厚約5nmのTa層、膜厚約32nmのNiFeNb層、膜厚約5nmのTa層、膜厚約30nmのNiFe層、及び膜厚約1nmのTa層が、以上の順でスパッタリング等により順次成膜されることにより形成される。

【0122】以上のMR薄膜層35においては、NiFe層が磁気抵抗効果を有する軟磁性膜であり、MRヘッドにおける感磁部となる。また、以上のMR薄膜層35においては、NiFeNb層がNiFe層に対してバイアス磁界を印加するための、いわゆるSAL膜となる。

【0123】なお、MR薄膜層35を構成する各層の材料及びその膜厚は、以上の例に限定されるものではなく、MRヘッド1の使用目的等に応じて適切な材料を選択し、適切な膜厚に設定するようにすればよい。

【0124】次に、図27乃至図29に示すように、フォトリソグラフィ技術を用いて、最終的にバイアス層7となる2つの矩形の永久磁石層36a、36bを、MR薄膜層35に対して、各MRヘッド素子毎に埋め込む。

【0125】この永久磁石層36a、36bは、最終的に上述したMRヘッド1のバイアス層7となるものであり、例えば長辺方向の長さt3が約50 μ m、短辺方向の長さt4が約10 μ mとなり、2つの永久磁石層36a、36b間の間隔t5が約5 μ mとなるように形成される。これら2つの永久磁石層36a、36b間の間隔t5が、最終的にMR薄膜5のトラック幅となる。すな

【0118】次に、図23及び図24に示すように、第1の軟磁性金属層31と第1の非磁性非導電層33とで形成された面の上に、最終的に下部ギャップ層4となる第2の非磁性非導電層34を、スパッタリングなどにより形成する。

【0119】なお、この第2の非磁性非導電性層34の膜厚は、磁気記録媒体に記録された信号の周波数に応じて適切な値に設定すればよい。膜厚の算出方法は、数3に示す通りである。本実施の形態においては、この第2の非磁性非導電性層34の膜厚を100nmに設定している。

【0120】

わち、MRヘッド1においては、MR薄膜6のトラック幅が約5 μ mとなる。

【0126】なお、MR薄膜6のトラック幅は、以上の例に限定されるものではなく、MRヘッド1の使用目的等に応じて適切な値に設定すればよい。

【0127】次に、図30及び図31に示すように、永久磁石層36a、36b上に、最終的に電極層8となる第1の導電性金属層37a、37bを成膜する。

【0128】このような永久磁石層36a、36bと、第1の導電性金属層37a、37bとを成膜するときには、例えば、まず、フォトリソトにより、各ヘッド素子38毎に2つの長方形の開口部を有するマスクを形成する。次に、エッチングを施して、開口部に露呈していたMR薄膜層35を除去する。なお、ここでのエッチングは、ドライ方式でもウェット方式でも構わないが、加工のしやすさ等を考慮するとイオンエッチングが望ましい。

【0129】次に、マスクが形成されたMR薄膜層35上に、スパッタリング等によって永久磁石層36a、36bを成膜する。なお、永久磁石層36a、36bの材料としては、保磁力が1000 [Oe] 以上ある材料が好ましく、例えば、CoNiPtやCoCrPt等が好適である。

【0130】次に、第1の導電性金属層37a、37bを、スパッタリング等により成膜する。

【0131】なお、永久磁石層36a、36bの膜厚と、第1の導電性金属層37a、37bの膜厚とは、MRヘッド1が用いられる環境において必要とされる抵抗値やMRヘッドのトラック幅等により決定される。本実施の形態においては、永久磁石層36a、36bの膜厚をMR薄膜層35と同程度とし、第1の導電性金属層37a、37bの膜厚を約60nmとした。

【0132】次に、マスクとなっていたフォトリソトを、このフォトリソト上に成膜された永久磁石層36a、36bと、第1の導電性金属層37a、37bとともに除去する。これにより、図30及び図31に示したように、所定の形状である永久磁石層36a、36b

が、MR薄膜層35に埋めこまれ、この永久磁石層36a、36bの上に所定の形状である第1の導電性金属層37a、37bが形成された状態となる。

【0133】次に、図32及び図33に示すように、フォトリソグラフィ技術を用いて、最終的にMR素子となる部分に相当するMR薄膜層35aと、MR薄膜層35bと、MR薄膜層35cと、第1の導電性金属層37a、37bを残してMR薄膜層35を除去し、MRヘッド素子38の形状を形成する。

【0134】このときには、先ずMR薄膜層35aと、MR薄膜層35bと、MR薄膜層35cと、第1の導電性金属層37a、37bとの上に、フォトレジストを形成する。次に、エッチングを施すことによって露出しているMR薄膜層35を除去する。なお、ここでのエッチングは、ドライ方式でもウェット方式でも構わないが、加工のしやすさ等を考慮すると、イオンエッチングが好適である。次に、フォトレジストを除去することにより、MRヘッド素子38の形状が形成される。

【0135】本実施の形態においては、MR薄膜層35aの幅t6を7μmとした。このt6は、最終的にMR薄膜6のデプス長となる。また、MR薄膜層35b、35cの長さt7を1.5mmとし、幅t8を80μmとした。また、MR薄膜層35bとMR薄膜層35cとの間隔t9を40μmとした。

【0136】次に、図34及び図35に示すように、M

$$(\text{上部ギャップ層12の膜厚}) = G/2 - (a + d/2) \cdots \text{数4}$$

ただし、GはMR素子におけるバイアス層7a、7b間の距離である。また、aはMR薄膜における下部絶縁層（ここではTa）の膜厚である。dはMR薄膜における感磁層（ここではNiFe）の膜厚である。

【0141】次に、図38及び図39に示すような、最終的に上部磁気シールド層12となる第2の軟磁性層41を以下に示す手順により形成する。

【0142】先ず、図40乃至図43に示すように、上部磁気シールド層12が形成される位置を開口部として、ウェハ全面にレジスト膜50を形成する。このとき、開口部におけるレジスト膜の端面は、図40及び図41に示すような逆テーパー型であるか、又は図42及び図43に示すような2層構造で、上層レジスト膜51の方が下層レジスト膜52よりも突出した形状である必要がある。これにより、上部磁気シールド層10をリフトオフの手法で形成することが可能となる。

【0143】図40及び図41に示すような、開口部における端面が逆テーパー型のレジスト膜（以下、逆テーパー型レジスト層と称する。）を作製するためには、例えば、日本ゼオン社製ZPN-1100及びクラリアント社製AZ5214Eなどの逆テーパー用レジストを用いればよい。

【0144】このような逆テーパー用レジストを通常通りプリベークし、露光した後に110℃で加熱し、過大

R薄膜層35b、35cと、第2の導電性金属層39a、39bとを入れ替える。この第2の導電性金属層39a、39bは、第1の導電性金属層37a、37bとそれぞれ接続し、最終的に電極層8となる。

【0137】具体的には、先ず、MR薄膜層35aと、第1の導電性金属層36a、36bとの上に、レジストパターンを形成する。次に、エッチングを施して露出しているMR薄膜層35bと、MR薄膜層35cとを除去する。なお、ここでのエッチングは、ドライ方式でもウェット方式でも構わないが、加工のしやすさ等を考慮すると、イオンエッチングが好適である。

【0138】次に、第2の導電性金属層39となるTi/Cuを成膜する。このとき、第2の導電性金属層39a、39bと、第1の導電性金属層36a、36bとが、それぞれ略同一面を形成するようにする。この後、レジストを剥離することにより、図24に示すように、第2の導電性金属層39a、39bが形成される。

【0139】次に、図36及び図37に示すように、最終的に上部ギャップ層11となる第3の非磁性非導電性膜40を、スパッタリングなどにより成膜する。この第3の非磁性非導電性膜40の膜厚は、記録信号の周波数に応じて適当な値に設定すればよい。膜厚の算出方法は、数4で表される。ここでは、120nmとした。

【0140】

露光を行うことで、逆テーパー型レジスト膜を形成することが可能となる。この逆テーパー型レジスト膜の形成方法は、レジスト製造メーカーの推奨する方法でよい。なお、110℃における加熱は反転ベキングと呼ばれており、過大露光は反転露光と呼ばれている。

【0145】また、図42及び図43に示すような、2層構造のレジスト膜を形成するためには、以下の方法に従えばよい。

【0146】先ず、下層レジスト膜52を、例えば通常は反射防止膜として使用されるBrewer Science社製のARCにより形成する。次に、上層レジスト膜51を、一般的に用いられる、例えばクラリアント社製のAZ6108などにより形成する。露光までは通常の手法で行い、現像のみを長時間行うことによって下層レジスト膜52が多く除去され、上層レジスト膜51が突出した形状である2層構造のレジスト層が形成される。

【0147】上述したフォトレジストを形成した後、Cr膜を形成する。その後、図44に示すように、最終的に上部磁気シールド10となる第2の軟磁性膜53を形成する。この第2の軟磁性膜53は、非磁性膜とCo系アモルファス膜とを順次積層することによって形成される。その後、レジスト膜50を剥離する。

【0148】このとき、第2の軟磁性膜53の形状は、MR素子のデプスに応じて媒体摺動面16に露出するト

トラック幅方向の断面長さ、及び断面位置などが変化するように形成されてもよい。この場合、最終的に形成される上部磁気シールド層12は、例えば図3乃至図14に示すような形状となる。そして、媒体摺動面16に露出する上部磁気シールド層12のトラック幅方向の断面長さや断面位置と、MR素子のデプスとが対応する。

【0149】このため、製造されたMRヘッド1の抵抗値を測定することなく、媒体摺動面16における上部磁気シールド層12のトラック幅方向の断面長さや、断面位置によってMR素子のデプスを判断することが可能となる。また、媒体摺動面16に露出する下部磁気シールド層3のトラック幅方向の断面長さや、断面位置の変化と合わせることで、MR素子のデプスを更に正確に判断することが可能となる。

【0150】なお、ここでは、2層構造レジスト層を形成したときに、第2の軟磁性膜53を形成する方法を例に挙げて説明したが、逆テーパー型レジスト層を形成したときにも、同様に第2の軟磁性膜53を形成することが可能である。

【0151】次に、2層構造レジスト層と、2層構造レジスト層上に形成された第2の軟磁性層53とを除去する。このとき、2層構造レジスト層は、上述したように上層レジスト膜51が下層レジスト膜52に対して突出した構造とされているため、端面から2層構造レジスト層を除去するための溶剤がしみこみ、2層構造レジスト層の除去が容易になる。

【0152】次に、図45及び図46に示すように、最終的に外部端子14となる第3の導電性金属層54a、54bを形成する。

【0153】第3の導電性金属層54a、54bは、例えば硫酸銅メッキ法により形成する。このとき、先ず、第3の導電性金属層54a、54bが形成される部分に開口部を有するフォトレジスト膜を形成する。次に、この開口部に対してエッチングを施すことにより、この開口部に形成されている第3の非磁性非導電性膜39を除去する。

【0154】次に、フォトレジスト膜を残した状態で、第3の非磁性非導電性層39が除去された部分に第3の導電性金属層54a、54bを形成する。次に、硫酸銅溶液によりメッキを施す。本実施の形態においては、Cu層が6μm程度の厚さとなるように形成した。なお、第3の導電性金属層54a、54bの形成方法は、他の膜構造に影響を与えない方法であれば、硫酸銅メッキ法以外の方法でも良い。

【0155】次に、フォトレジストを、同フォトレジスト上に形成された第3の導電性金属層54a、54bと共に除去することにより、第3の導電性金属層54a、54bが形成される。なお、本実施の形態においては、第3の導電性金属層54a、54bの長さt11を50μmとし、幅t12を80μmとした。

【0156】次に、最終的にMRヘッド1におけるMR素子部分と、外部とを遮断するための保護層13となる第4の非磁性非導電層55を形成する。第4の非磁性非導電層55は、例えばAl₂O₃をスパッタリングすることにより形成する。

【0157】次に、図47及び図48に示すように、第3の導電性金属層54a、54bが表面に露出するまで第4の非磁性非導電層55の表面を研磨する。ここでの研磨は、例えば粒径が約2μmであるダイヤモンド砥粒によって第3の導電性金属層54a、54bの表面が露出するまで研磨した後、シリコン砥粒によって化学的研磨を施し、表面を鏡面状に仕上げる。

【0158】次に、図49及び図50に示すように、多数のMRヘッド素子38が形成された第1の基板材30を、横方向にMRヘッド素子38が並ぶように短冊状に切り分け、磁気ヘッドブロック60を形成する。なお、本実施の形態においては、磁気ヘッドブロック60の厚さt13を2mmとした。

【0159】ここで、横方向に並ぶMRヘッド素子38の数は、生産性を考慮するとできる限り多い方がよい。図50においては、簡略化のために、MRヘッド素子38が5個並ぶ磁気ヘッドブロック60を図示しているが、実際には、これ以上のMR素子38が並ぶようにしても構わない。

【0160】次に、図51に示すように、磁気ヘッドブロック60上に、最終的にMRヘッド1の第2の基板12となる第2の基板材61を貼り付ける。この第2の基板材61の厚さt14を、例えば約0.7mmとする。この第2の基板材61の貼り付けには、例えばエポキシ系等の接着剤を用いる。なお、図51及び図52では、第1の基板材20上に形成された各薄膜層を省略している。

【0161】このとき、第2の基板材61の高さt15を磁気ヘッドブロック60の高さよりも低くして、磁気ヘッドブロック60上の各MRヘッド素子38に形成された第3の導電性電極層54a、54bを外部に露出させる。これにより第3の導電性電極層54a、54bは、外部と電気的に接続することができるようになる。

【0162】次に、最終的にMRヘッド1の媒体摺動面16となる面に対して円筒研磨加工を施し、この面を円弧状に形成する。具体的には、MR薄膜6の前端が媒体摺動面16に露呈すると共に、このMR薄膜6のデプスの大きさが所定の長さとなるまで円筒研磨加工を行う。これにより、図52に示すように、最終的にMRヘッド1の媒体摺動面16となる面が円弧状の曲面とされる。

【0163】なお、この円筒研磨加工によって形成される媒体摺動面16となる面の曲面形状は、テープテンション等に応じて最適な形状とすればよく、特に限定されるものではない。

【0164】次に、図53に示すように、磁気ヘッドブ

ロック60を各MRヘッド素子38毎に分割する。具体的には、例えば、磁気記録媒体が摺動する方向の長さが約0.8mm、幅が約300 μ m、高さが約2mmとなるように、磁気ヘッドブロック62を角度 θ でMRヘッド素子38毎に分割する。これにより、先に図1で示したMRヘッド1が多数得られる。なお、 θ は、アジマス角と同じである。

【0165】最後に、MRヘッド素子38が所定のデプスとなるまで、砥石加工及び研磨テープを用いて研削を施す。

【0166】このときに、媒体摺動面16に現れる磁気シールド層17の形状が、所定の形状となるまでMRヘッド1の媒体摺動面16に対する研削を施す。ここで具体的に、図10に示すように、下部磁気シールド層3が上底が下底よりも大きい台形とされ、上部磁気シールド層12が長方形とされるように磁気シールド層17を形成して、媒体摺動面16に対して研削を施した場合を例に挙げて説明する。

【0167】先ず、MRヘッド1の媒体摺動面16に対して研削を施し、図54に示すように、下部磁気シールド層3と、上部磁気シールド層12とを媒体摺動面16に露出させる。このときの下部磁気シールド層3の長さは、図3で示した11と等しく、形成されたMR素子の媒体摺動面16側における磁気シールド層17の断面長さである。

【0168】次に、媒体摺動面16に対して更に研削を施す。すると、媒体摺動面16に露出する下部磁気シールド層3の断面長さは徐々に短くなる。

【0169】そして、図55に示すように、媒体摺動面16に露出する上部磁気シールド層3と、下部磁気シールド層12との断面長さが一致する。このとき、MR素子のデプスは所定のサイズとなる。

【0170】なお、図54及び図55は、媒体摺動面16における特徴的な部分のみを示しており、下部ギャップ層5、バイアス層7a、7b、電極層8a、8b、上部ギャップ層11、接着層13、保護層14の図示を省略してある。

【0171】また、このときに、従来から行われていた抵抗値を測定することによってMR素子のデプスを決定する方法を併用することが、更に望ましい。これにより、MR素子のデプスを更に正確にすることが可能となる。

【0172】このように、MRヘッド1の製造方法によれば、MR素子のデプスを媒体摺動面16に露出する磁気シールド層17の断面長さ、及び断面位置などから判断して、MRヘッド1を製造することが可能となる。

【0173】このため、MRヘッド1のデプスを一定とすることが容易になり、複数のMRヘッド1を作製したときにも、MRヘッド1毎に再生出力が異なることがなくなる。このことにより、MRヘッド1の歩留まりを向

上させることが可能となる。また、MR素子のデプスを測定するために抵抗値を測定する必要がなくなるため、MRヘッド1の製造時間を短縮させ、生産性を向上させることが可能となる。

【0174】以上のように製造されたMRヘッド1を実際に使用するときには、先ず、MRヘッド1をチップベースに貼り付ける。次に、このチップベースに設けられた端子と、MRヘッド1に設けられた接続端子14とを電気的に接続する。次に、このチップベースに取り付けられたMRヘッド1を、図56で示すような回転ドラム70に取り付ける。そして、この回転ドラム70が、図57で示すような記録再生装置71に備え付けられて使用される。

【0175】記録再生装置71は、回転ドラム70と、供給リール72と、巻き取りリール73と、ローラ74a~74h（以下、ローラ74と称する。）と、キャプスタン75とを備える。

【0176】回転ドラム70は、上述したMRヘッド1を再生ヘッドとして備えるとともに、電磁誘導型磁気ヘッドを記録ヘッドを備えている。回転ドラム70は、矢印Cの方向に回転する。供給リール72は、図示しないテープカートリッジから引き出されたテープ状記録媒体75を、回転ドラム70に対して供給する。巻き取りリール73は、回転ドラム70に対して供給されたテープ状記録媒体76を巻き取る。

【0177】ローラ74は、テープ状記録媒体76を支持する。キャプスタン75は、図示しないモータによって回転し、テープ状記録媒体76を送る。このとき、テープ状記録媒体76は、矢印Dの方向に送られる。

【0178】回転ドラム70は、図55に示すように、上ドラム80と、下ドラム81と、モータ82とを備える。上ドラム80は、矢印Eの方向に回転する。下ドラム81は、固定されている。下ドラム81は、第1の再生ヘッド83と、第2の再生ヘッド84と、第1の記録ヘッド85と、第2の記録ヘッド86と、リードガイド部87とが備えられる。モータ82は、上ドラム80を回転させる。

【0179】第1の再生ヘッド83及び第2の再生ヘッド84は、テープ状記録媒体75に記録された情報記録を再生する。第1の再生ヘッド83及び第2の再生ヘッド84には、上述したMRヘッド1が使用されている。

【0180】第1の記録ヘッド85及び第2の記録ヘッド86は、テープ状記録媒体75に対して情報を記録する。第1の記録ヘッド85及び第2の記録ヘッド86としては、電磁誘導型磁気ヘッドが使用されている。

【0181】なお、第1の再生ヘッド83と、第2の再生ヘッド84とは、180°の位相差を有する。また、第1の記録ヘッド85と、第2の記録ヘッド86とは、180°の位相差を有する。

【0182】リードガイド部87は、回転ドラム70の

下ドラム81の外周面に沿って、例えば、テープ状記録媒体75の厚さよりもやや大とされる深さで段差状に形成されており、テープ状記録媒体75を支持して案内する。これにより、第1の再生ヘッド83と、第2の再生ヘッド84と、第1の記録ヘッド85と、第2の記録ヘッド86とが、テープ状記録媒体76に対してヘリカルスキャン方式で接触する。

【0183】回転ドラム70において、テープ状記録媒体75は、下ドラム81におけるリードガイド部87に沿って、矢印Fで示す走行方向通りに斜めに送られる。これにより、第1の再生ヘッド83と、第2の再生ヘッド84と、第1の記録ヘッド85と、第2の記録ヘッド86とは、テープ状記録媒体76に対してヘリカルスキャン方式で接触して案内される。

【0184】以上の説明からも明らかなように、本発明に係るMRヘッド1は、媒体摺動面16に現れる磁気シールド層17の形状によってMR素子のデプスを知ることが可能となる。このため、デプスを一定のサイズとすることが容易になり、MRヘッド1毎にMR素子のデプスが異なることが少なくなってくる。このことにより再生出力を一定とすることが容易になり、再生出力が安定したMRヘッド1提供することが可能となる。

【0185】また、MRヘッド1を製造するときには、MR素子のデプスを測定するための時間が短縮される。このため、MRヘッド1の製造時間を短縮させ、生産性を向上させることが可能となる。また、MR素子のデプスを正確に測定することが可能であるため、MRヘッド1の歩留まりを向上させることが可能となる。

【0186】

【実施例】つぎに、上述したMRヘッドと従来のMRヘッドとを製造したときに生じるデプス長のばらつきについて、実施例及び比較例に基づいて説明する。

【0187】実施例

上述した方法によって複数のMRヘッドを製造し、それぞれ摺動面に対してデプス長が $3\mu\text{m}$ となるように研削を施した。このとき、媒体摺動面に露出する磁気シールド層の断面長さ及び断面位置が、所定のものとなるまで研削を施した。この後、このMRヘッドを分解して、実際のデプス長を測定した。

【0188】比較例

従来の方法によって複数のMRヘッドを製造し、それぞれ媒体摺動面に対してデプス長が $3\mu\text{m}$ となるように研削を施した。このとき、MR素子の抵抗値が所定の値となるまで研削を施した。この後、このMRヘッドを分解して、実際のデプス長を測定した。

【0189】実施例と比較例とにおいて、各MRヘッドにおける実際のデプス長の分布を、図58に示す。図58からもわかるように、実施例においては、製造されたMRヘッド全体の80%近くにおいて、デプスが所定の長さの $3\mu\text{m}$ であることがわかった。また、全体的なM

Rヘッドのデプスの分布を見たときにも、 $2.5\mu\text{m}$ 以上 $4.0\mu\text{m}$ 未満の範囲内にあることがわかった。

【0190】一方、比較例において、デプスが所定の長さの $3\mu\text{m}$ であるMRヘッドは、全体の約50%であった。また、全体的なMRヘッドのデプスの分布を見たときには、 $1.0\mu\text{m}$ 以上 $5.0\mu\text{m}$ 未満であることがわかった。

【0191】以上の結果から、実施例において製造されたMRヘッドは、比較例において製造されたMRヘッドと比較して、デプスにばらつきが見られないことが判明した。また、デプスを所定の大きさとすることが、容易であることが判明した。

【0192】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、デプスを所定の大きさとすることが容易になり、磁気抵抗効果型磁気ヘッド毎に磁気抵抗効果素子のデプスが異なることが少なくなってくる。このことにより、磁気抵抗効果型磁気ヘッドの安定性を一定とすることが容易となり、磁気抵抗効果型磁気ヘッド毎に磁気抵抗効果素子のデプスが異なることが少なくなる。このことにより、再生出力が安定したMRヘッド1を提供することが可能となる。

【0193】また、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドの製造方法によれば、デプスを測定するために抵抗値を測定する必要がなくなる。このことにより、磁気抵抗効果型磁気ヘッドの製造時間を短縮させ、生産性を向上させることが可能となる。また、磁気抵抗効果素子のデプスを正確に測定することが可能であるため、MRヘッド1の歩留まりを向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るMRヘッドの平面図である。

【図2】同MRヘッドをテープ摺動面側からみた模式図である。

【図3】同MRヘッドにおける磁気シールド層の形状の一例を示す図である。

【図4】同MRヘッドにおける磁気シールド層の形状の一例を示す図である。

【図5】同MRヘッドにおける磁気シールド層の形状の一例を示す図である。

【図6】同MRヘッドにおける磁気シールド層の形状の一例を示す図である。

【図7】同MRヘッドにおける磁気シールド層の形状の一例を示す図である。

【図8】同MRヘッドにおける磁気シールド層の形状の一例を示す図である。

【図9】同MRヘッドにおける磁気シールド層の形状の一例を示す図である。

【図10】同MRヘッドにおける磁気シールド層の形状の一例を示す図である。

【図11】同MRヘッドにおける磁気シールド層の形状

の一例を示す図である。

【図12】同MRヘッドにおける磁気シールド層の形状の一例を示す図である。

【図13】同MRヘッドにおける磁気シールド層の形状の一例を示す図である。

【図14】同MRヘッドにおける磁気シールド層の形状の一例を示す図である。

【図15】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、基板材を示す平面図である。

【図16】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図15における X_1-X_2 線断面図である。

【図17】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、基板材上に非磁性非導電性膜が成膜された状態を示す平面図である。

【図18】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図17における X_3-X_4 線断面図である。

【図19】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、軟磁性薄膜層を所定の形状とするためのフォトリソ膜が形成された状態を示す平面図である。

【図20】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図20における X_5-X_6 線断面図である。

【図21】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、軟磁性薄膜が第1の非磁性非導電層によって平坦化された状態を示す図である。

【図22】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図21における X_7-X_8 線断面図である。

【図23】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、第2の非磁性非導電層が形成された状態を示す図である。

【図24】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図23における X_9-X_{10} 線断面図である。

【図25】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、MR素子用薄膜が成膜された状態を示す平面図である。

【図26】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図25における $X_{11}-X_{12}$ 線断面図である。

【図27】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、一対の永久磁石層が形成された状態を示す平面図である。

【図28】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図27におけるB部を拡大して示す平面図である。

【図29】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図28における $X_{13}-X_{14}$ 線断面図である。

【図30】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、一対の永久磁石層上に第1の導電性金属層が形成された状態を示す平面図である。

【図31】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図30における $X_{15}-X_{16}$ 線断面図である。

【図32】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、MR素子となる部分及び第2の導電性金属層となる

部分以外のMR素子用薄膜が除去された状態を示す平面図である。

【図33】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図32における $X_{17}-X_{18}$ 線断面図である。

【図34】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、第2の導電性金属層が形成された状態を示す平面図である。

【図35】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図34における $X_{19}-X_{20}$ 線断面図である。

【図36】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、第3の非磁性非導電性層が形成された状態を示す平面図である。

【図37】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図36における $X_{21}-X_{22}$ 線断面図である。

【図38】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、第2の軟磁性金属層が形成された状態を示す平面図である。

【図39】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図38における $X_{23}-X_{24}$ 線断面図である。

【図40】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、逆テーパー型レジスト層が形成された状態を示す平面図である。

【図41】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図40における $X_{25}-X_{26}$ 線断面図である。

【図42】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、2層型レジスト層が形成された状態を示す平面図である。

【図43】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図42における $X_{27}-X_{28}$ 線断面図である。

【図44】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、第2の軟磁性金属層が2層型レジスト層のパターン通りに形成された状態を示す平面図である。

【図45】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、第3の導電性金属層が形成された状態を示す平面図である。

【図46】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図45における $X_{29}-X_{30}$ 線断面図である。

【図47】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、第4の非磁性非導電性層が形成された状態を示す平面図である。

【図48】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、図47における $X_{31}-X_{32}$ 線断面図である。

【図49】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、多数のMRヘッド素子が形成された第1の基板材を示す平面図である。

【図50】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、多数のMRヘッド素子が横方向に並ぶよう切断された磁気ヘッドブロックを示す平面図である。

【図51】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、第2の基板材を貼り付けた磁気ヘッドブロックを示

す斜視図である。

【図52】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、媒体摺動面に対して研削加工を施した磁気ヘッドブロックを示す斜視図である。

【図53】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、磁気ヘッドブロックの分割方法を示す平面図である。

【図54】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、研削を施す前の状態の媒体摺動面を表す平面図である。

【図55】同MRヘッドの製造工程を説明する図であり、研削を施した後の状態の媒体摺動面を表す平面図で

ある。

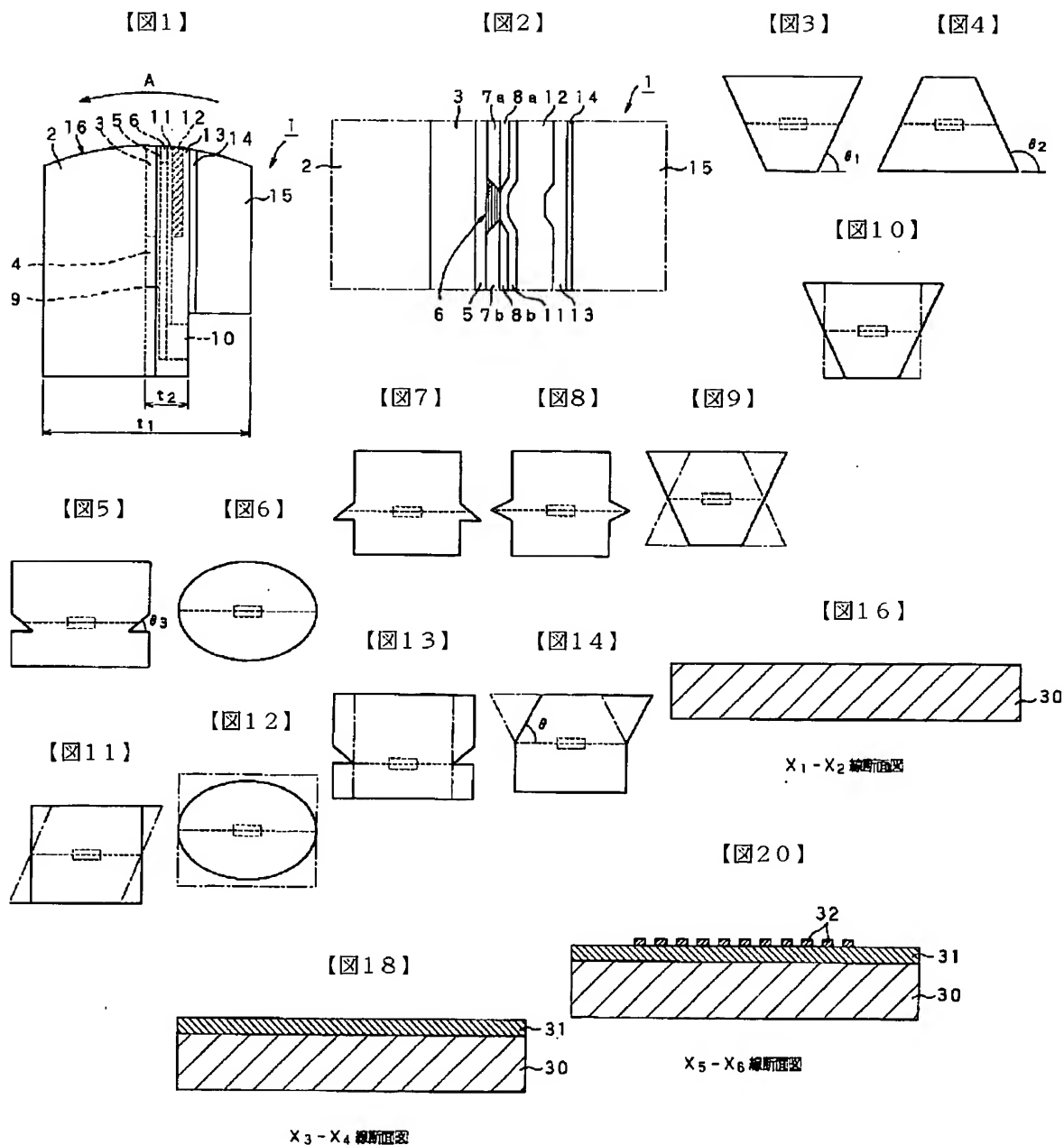
【図56】同MRヘッドを搭載した回転ドラムを示す斜視図である。

【図57】同MRヘッドを搭載した記録再生装置における記録再生機構を示す概略図である。

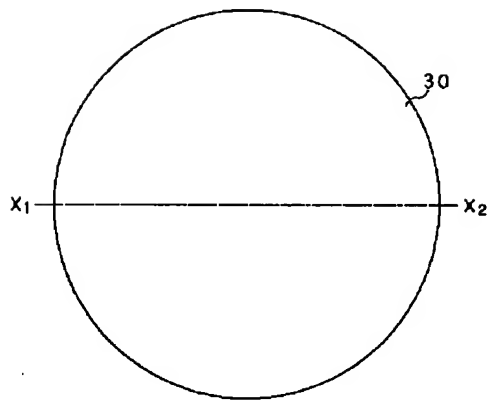
【図58】研削を施した各MRヘッドにおけるMR素子のデプスのばらつきを示す図である。

【符号の説明】

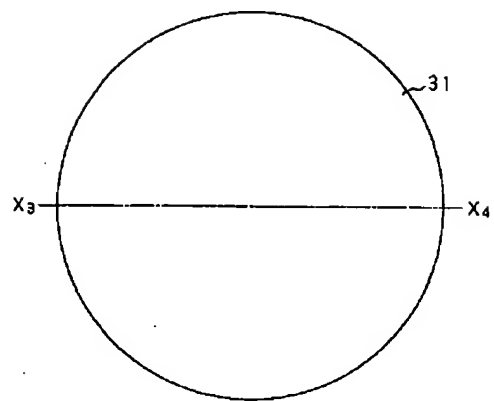
1 MRヘッド、2 第1の基板、3 下部磁気シールド層、6 MR薄膜、12 上部磁気シールド層、15 第2の基板



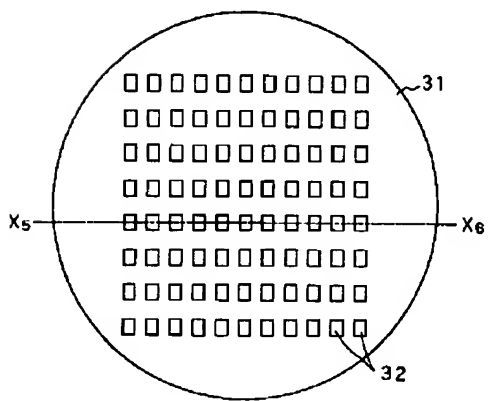
【図15】



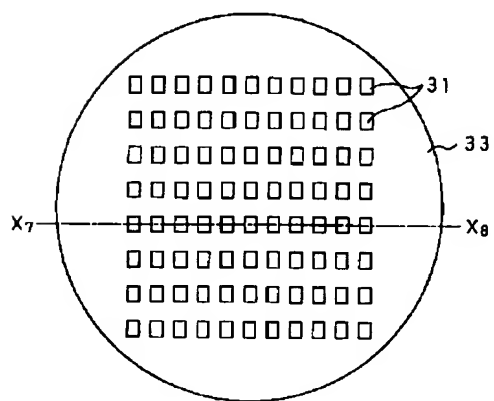
【図17】



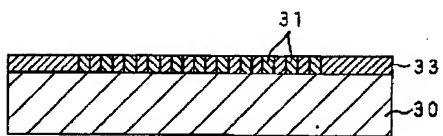
【図19】



【図21】

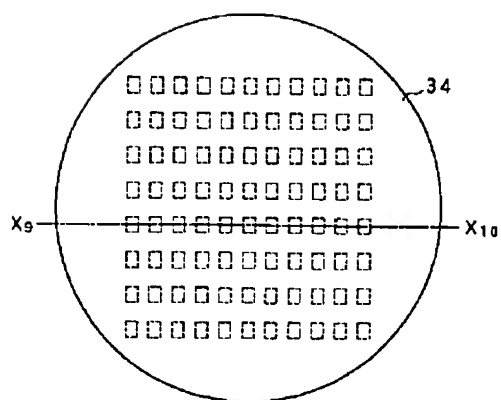


【図22】

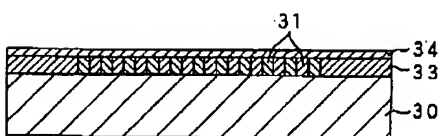


X7-X8 断面図

【図23】

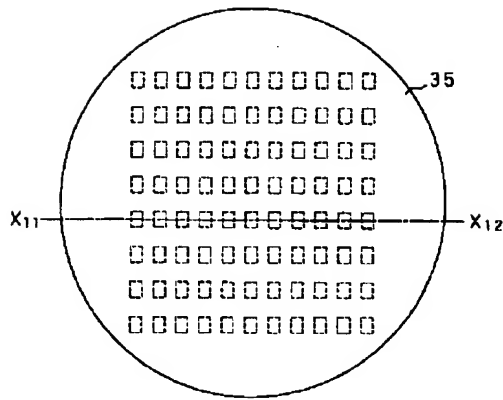


【図24】

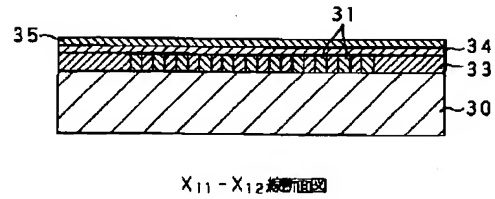


X9-X10 断面図

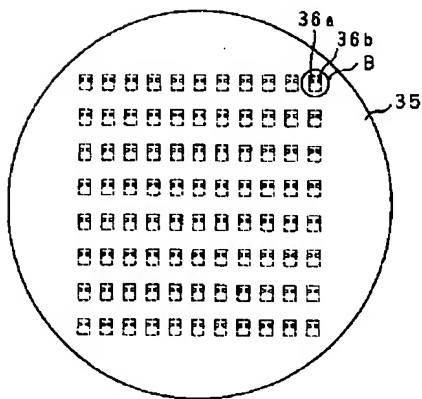
【図25】



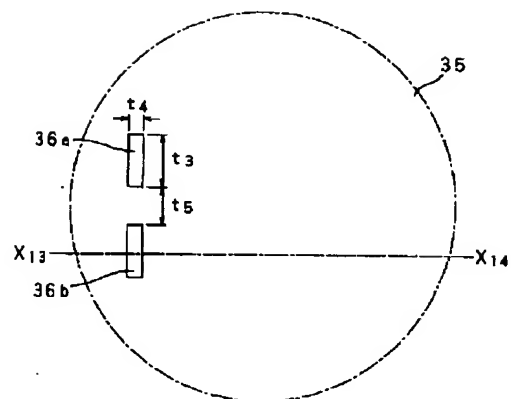
【図26】



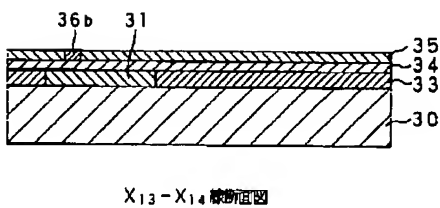
【図27】



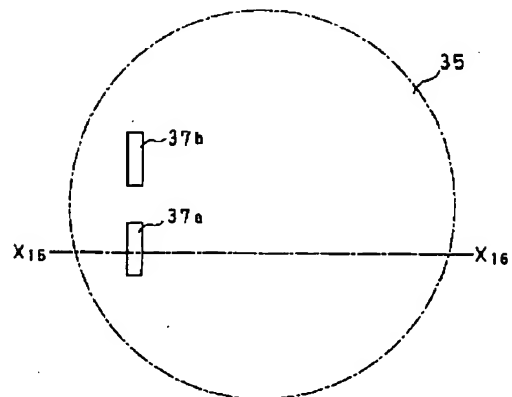
【図28】



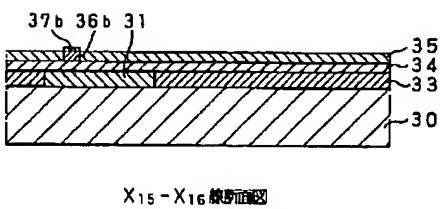
【図29】



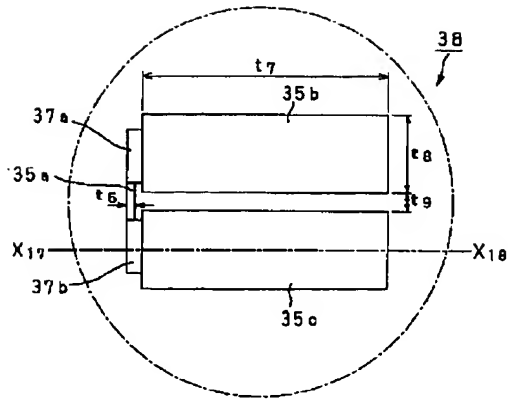
【図30】



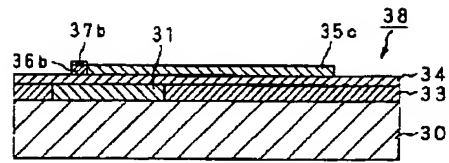
【図31】



【図32】

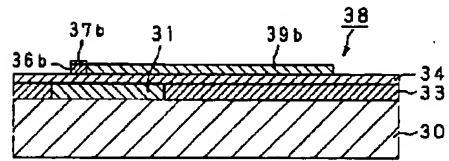


【図33】



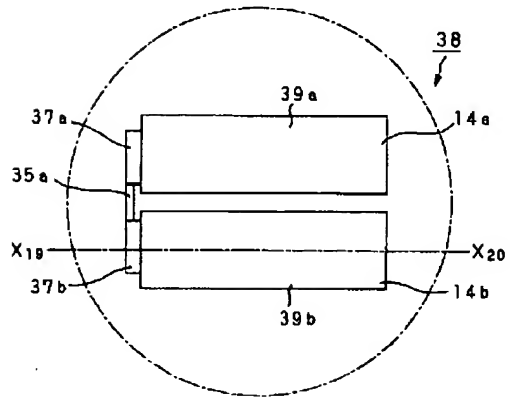
X17-X18 断面図

【図35】

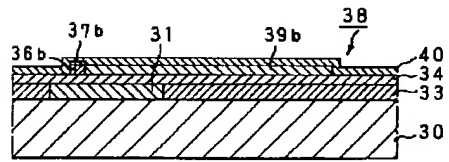


X19-X20 断面図

【図34】

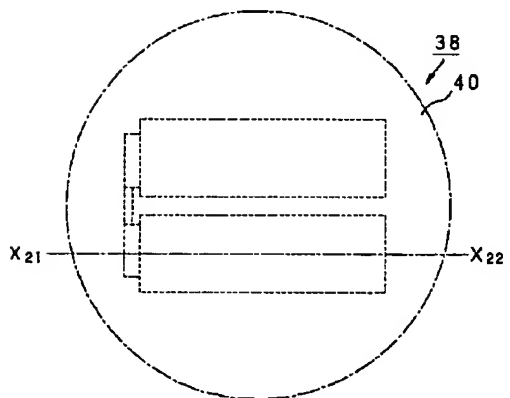


【図37】

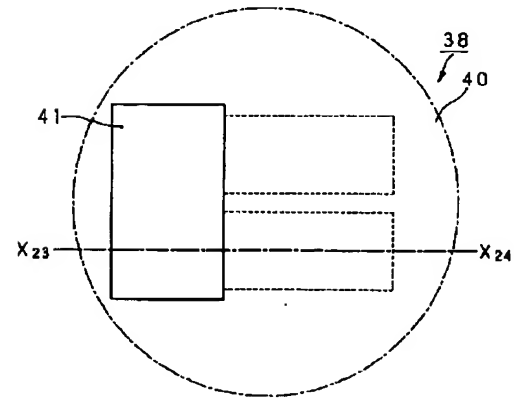


X21-X22 断面図

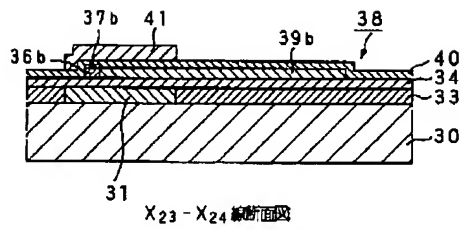
【図36】



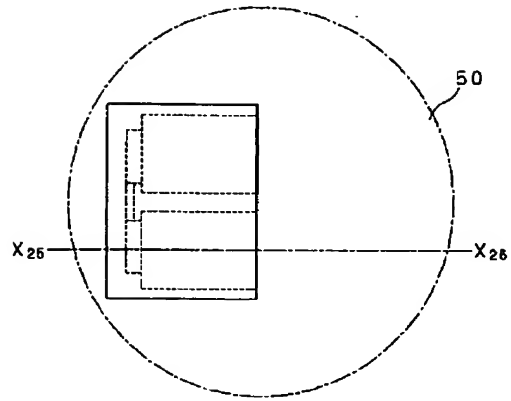
【図38】



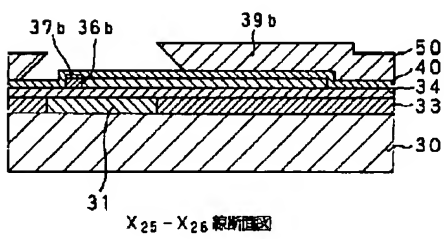
【図39】



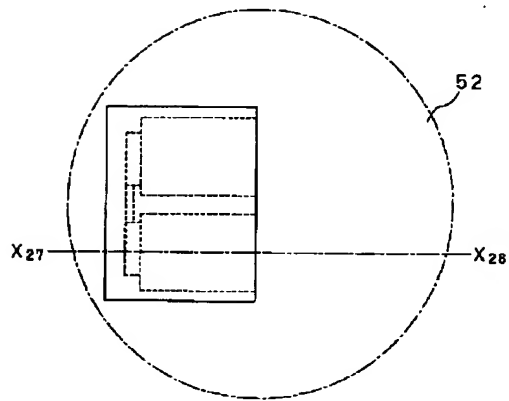
【図40】



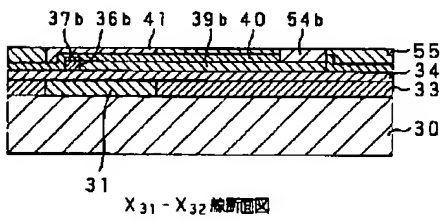
【図41】



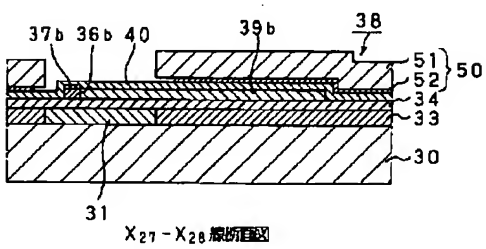
【図42】



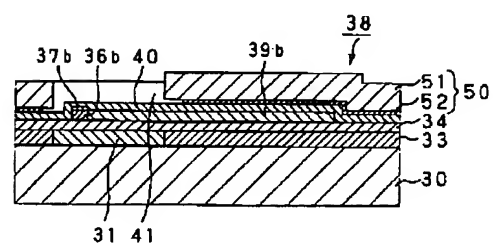
【図48】



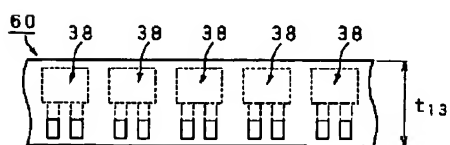
【図43】



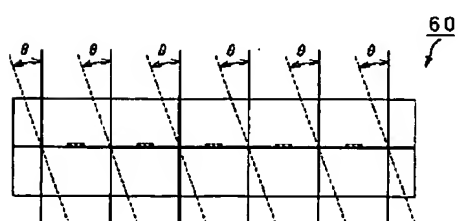
【図44】



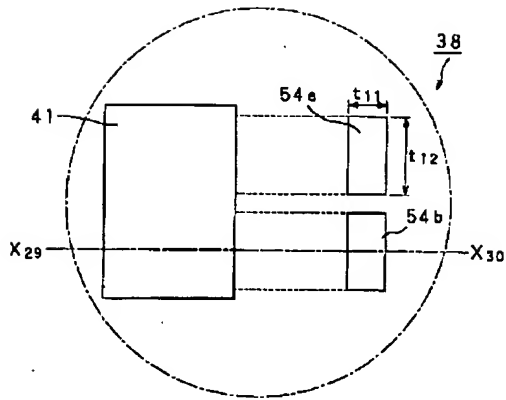
【図50】



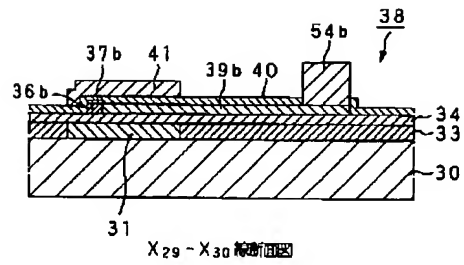
【図53】



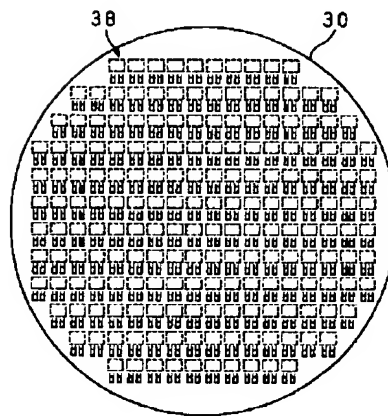
【図45】



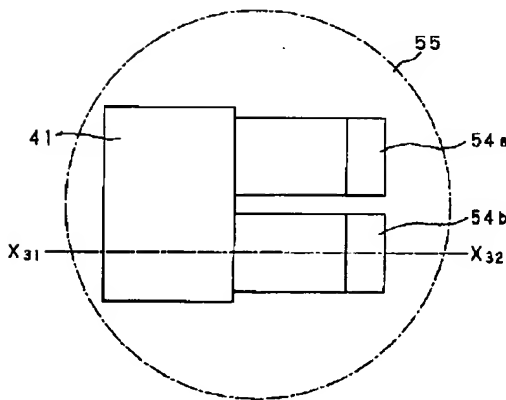
【図46】



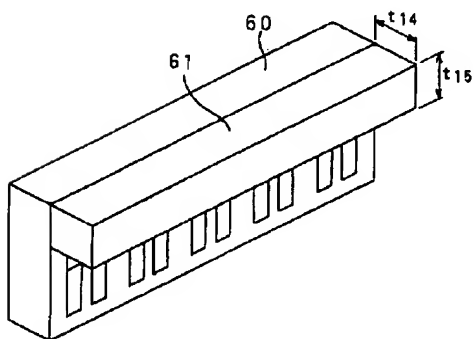
【図49】



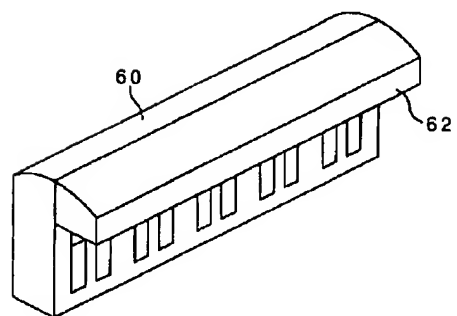
【図47】



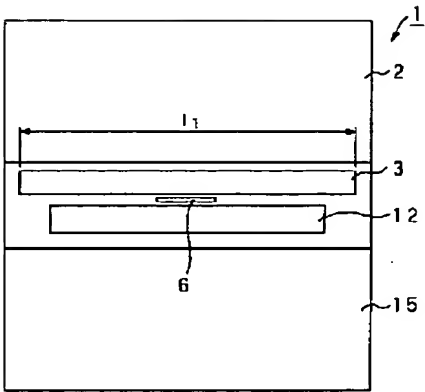
【図51】



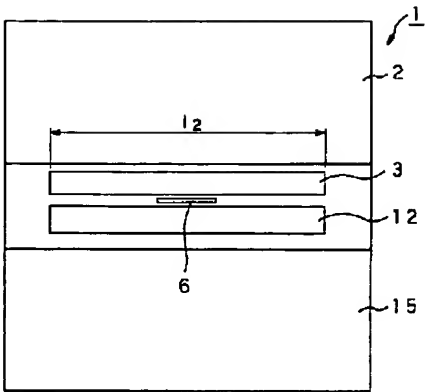
【図52】



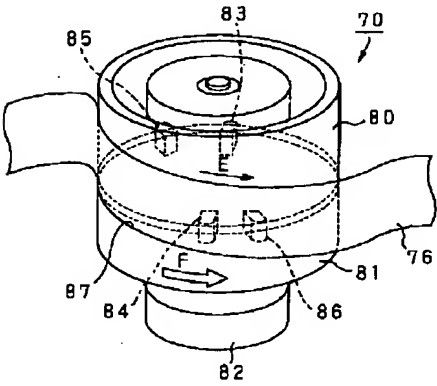
【図54】



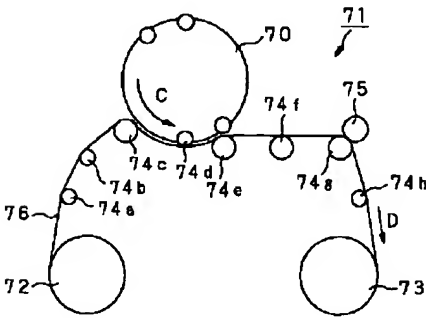
【図55】



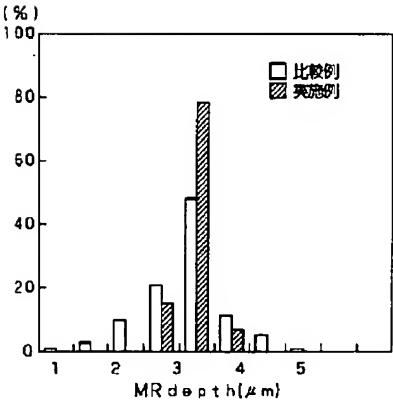
【図56】



【図57】



【図58】



Machine Translation of JP 2001-160204

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention] [0001] [The technical field to which invention belongs] this invention relates to the magnetoresistance-effect type magnetic head carried in the rotating drum in the ****ed type record regenerative apparatus to a tape-like record medium, and its manufacture method. [0002] [Description of the Prior Art] The magnetic head is carried in a magnetic recorder and reproducing device, and performs record and/or reproduction (henceforth record reproduction) of an information signal to a magnetic-recording medium. As such a magnetic recorder and reproducing device, for example like a video tape recorder (VTR:VideoTape Recorder) or a DAT (Digital Audio Tape) recorder, the drum which rotates at high speed is equipped with the magnetic head, a tape-like magnetic-recording medium is slid to this drum, and there are some which perform record reproduction by the so-called helical scan. [0003] The magnetic head is constituted by winding a coil to the magnetic core generally formed of the magnetic material which is high permeability. Since such the magnetic head performs record reproduction to a magnetic-recording medium using the electromagnetic induction of a magnetic core and a coil, it is called the electromagnetic-induction type (inductive mold) magnetic head. [0004] The conventional magnetic head constitutes the magnetic core by carrying out the junction unification of the magnetic-core half object which operated the bulked type magnetic material orthopedically with machining through a magnetic gap. [0005] However, in the field of magnetic recording, high recording density-ization of a magnetic signal is advanced further and it is required in recent years that record reproduction of the detailed magnetic signal should be carried out correctly. However, since the magnetic core is orthopedically operated by machining from the magnetic material of bulk, the electromagnetic-induction type magnetic head cannot fully attain formation of a ** truck, and narrow gap-ization, and cannot respond to high recording density-ization. [0006] Then, the magnetoresistance-effect type magnetic head (henceforth an MR head) which reads the signal recorded on the magnetic-recording medium as the magnetic head corresponding to a raise in recording density using the magnetoresistance effect of a magnetoresistance-effect element (MR element is called hereafter.) has spread. [0007] MR element is a kind of a resistance element and electric resistance changes according to change of external magnetic fields, such as a signal magnetic field recorded on the magnetic-recording medium. An MR head passes current for MR element, and reads the signal recorded on the magnetic-recording medium using the current value which flows for this MR element changing according to the signal magnetic field from a magnetic-recording medium. [0008] By the way, in recent years, it is small, a magnetic-recording medium which is large capacity is desired, and high recording density-ization of a magnetic-recording medium is progressing increasingly by narrowing recording track width of face etc. in connection with this. [0009] An MR head is the magnetic head for which it comes to form MR element which shows the magnetoresistance effect on a nonmagnetic substrate, and it is used as only for reproduction. Since an MR head is high sensitivity while being able to miniaturize compared with the magnetic-induction type magnetic head, since the magnetic coil is unnecessary, its reproduction output is high. For this reason, the MR head attracts attention as the magnetic head suitable for

high recording density-ization. [0010] magnetic shielding in each base in which, as for the MR head, the magnetic-shielding member was formed -- a member -- it has the structure where the thin film layer which forms a magnetoresistance-effect element (MR element is called hereafter.) between forming faces was put [0011] [Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, as an example of the record regenerative apparatus which carried the MR head mentioned above, a hard disk drive unit, a magnetic tape unit, etc. are mentioned. By performing the grinding process by the grinding stone to a slide contact side, or sliding grinding paper, the MR head in these equipments is processed so that a magnetoresistance-effect type thin film (MR thin film is called hereafter.) may serve as a predetermined depth. [0012] The MR head in a hard disk drive unit is located at the nose of cam of the support called gimbal. For this reason, it is possible to observe MR element from the exterior, and the depth of MR element can be judged visually. [0013] On the other hand, MR element is put by the substrate of an opaque couple in the MR head in a magnetic tape unit. For this reason, it is impossible to observe MR element visually. Resistance is measured in order to judge the depth of MR element in such an MR head. [0014] However, in an MR head, the membrane structure which constitutes MR element on a slide contact side, and the magnetic-shielding layer of the couple which sandwiches this membrane structure are exposed. For this reason, if mechanical processing is given and the grinding of the slide contact side is carried out, the material which constitutes MR element will be dragged by ductility, and each other will be contacted. It becomes impossible for resistance to change and to judge correctly the depth which is MR element, since a magnetic-shielding layer is conductivity at this time. [0015] Moreover, since very small short-circuit generates an MR head also by the heat and distortion which were added during processing, resistance will change. Moreover, resistance will change also with the conductive affixes which produced the MR head by the grinding process. When only resistance is adopted as a decision criterion for these reasons, it is difficult to set constant the depth of MR element in each MR head. [0016] **** [change of the configuration of MR element / produce / dispersion / the reproduction output of MR element etc.] In this case, it becomes difficult to set the quality of an MR head constant. For this reason, there is the need of setting the configuration of MR element constant, setting the depth of MR thin film in an MR head as constant. [0017] this invention is proposed in view of such the conventional actual condition -- having -- magnetic shielding -- while setting the depth of a magnetoresistance-effect element constant by judging the configuration of a member visually, it aims at offering the magnetoresistance-effect type magnetic head which can make the depth of a magnetoresistance-effect element uniform And it aims at offering the reliable magnetoresistance-effect type magnetic head highly [a reproduction output]. [0018] [Means for Solving the Problem] The magnetoresistance-effect type magnetic head concerning this invention is the magnetoresistance-effect type magnetic head used by ****ing to a tape-like record medium. And while having the 1st magnetic-shielding member, a magnetoresistance-effect element, and the 2nd magnetic-shielding member in the slide contact direction of a tape-like record medium in this order, these each part material comes to expose to the medium slide contact side where a tape-like record medium ****s. and the above 1st and the 2nd magnetic shielding -- at least one side is characterized by being formed in the configuration from which the length and/or the position of the direction of the width of recording track of a cross section in the above-mentioned medium slide contact side change according to the depth of the above-mentioned magnetoresistance-effect element among members [0019] the magnetoresistance-

effect type magnetic head concerning this invention constituted as mentioned above -- magnetic shielding -- the length and/or the position of a cross section of a member change with the depths of a magnetoresistance-effect element. Therefore, it makes it possible to judge the depth of a magnetoresistance-effect element visually from a slide contact side, without measuring the resistance of an MR head. Moreover, it becomes possible to measure the depth of a magnetoresistance-effect element correctly. [0020] moreover, the manufacture method of the magnetoresistance-effect type magnetic head concerning this invention -- a member -- it has a formation process and a slide contact side processing process [0021] a member -- at a formation process, the 1st magnetic-shielding member, a magnetoresistance-effect element, and the 2nd magnetic-shielding member are formed one by one on a substrate and the above 1st and the 2nd magnetic shielding -- at least one side of the members is formed according to the depth of the above-mentioned magnetoresistance-effect element in the configuration from which the cross-section length and/or the cross-section position of the direction of the width of recording track in the above-mentioned medium slide contact side change [0022] At a slide contact side processing process, by giving a grinding process and/or polish processing to the unilateral side of the above-mentioned substrate, the above 1st, the 2nd magnetic-shielding member, and a magnetoresistance-effect element are exposed, and the medium slide contact side where a tape-like record medium ****s is formed. and the above 1st and the 2nd magnetic shielding -- the depth of the above-mentioned magnetoresistance-effect element is determined by adjusting the amount of processings according to the cross-section length and/or the cross-section position of a member [0023] therefore, magnetic shielding -- the cross-section length and/or the cross-section position of a member change with the depths of a magnetoresistance-effect element. By this, the depth of a magnetoresistance-effect element makes it possible to offer the fixed magnetoresistance-effect type magnetic head possible [judging the depth of a magnetoresistance-effect element visually from a slide contact side], without measuring the resistance of an MR head. [0024] [Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained in detail, referring to a drawing. Below, suppose that the magnetoresistance-effect type magnetic head 1 (an MR head is called hereafter.) which applied this invention as shown in drawing 1 is explained. [0025] In addition, in order to illustrate the feature of each part intelligibly, the drawing used by the following explanation may expand the portion used as the feature, and may show it, and the ratio of the size of each part material of it is not necessarily the same as that of practice. Moreover, although illustrated below about composition, material, etc. of each thin film which constitute the magnetic head 1, this invention is not limited to the magnetic head 1 to illustrate, and should just choose composition, material, etc. of each thin film according to the purpose and performance which are considered as a request. [0026] Moreover, although the following explanation mentions and describes the case where MR head 1 is carried in a rotating drum, and a helical scan performs reproduction operation to an example, this invention is not limited to the following examples. For example, you may adopt MR head 1 as the so-called cover-half head. [0027] As MR head 1 is shown in drawing 1 and drawing 2, the lower magnetic-shielding layer 3 and the flattening layer 4 are formed on the 1st substrate 2. The lower magnetic-shielding layer 3 and the flattening layer 4 form the abbreviation same side. In addition, the flattening layer 4 is omitting the illustration in drawing 2. The lower gap layer 5 is formed on the lower magnetic-shielding layer 3 and the flattening layer 4. [0028] On the lower gap layer 5, the magnetoresistance-effect thin film 6

(henceforth the MR thin film 6) is formed. The laminating of the bias layers 7a and 7b and the electrode layers 8a and 8b is carried out to the longitudinal direction of the MR thin film 6 one by one. Moreover, the end-connection children 9a and 9b and the external end-connection children 10a and 10b are formed. [0029] The MR thin film 6, the bias layers 7a and 7b, and the electrode layers 8a and 8b are formed so that it may expose to a sliding surface. The end-connection children 9a and 9b and the external end-connection children 10a and 10b are formed in the position which is not exposed to a sliding surface. [0030] In addition, in drawing 1, illustration with the bias layers 7a and 7b and the electrode layers 8a and 8b is omitted. Moreover, in drawing 2, illustration with the end-connection children 9a and 9b and the external end-connection children 10a and 10b is omitted. [0031] On the MR thin film 6, the bias layers 7a and 7b, the electrode layers 8a and 8b, and the end-connection children 9a and 9b, the up gap layer 11 and the up magnetic-shielding layer 12 are formed one by one. The protective coat 13 is formed on the up gap layer 11 and the up magnetic-shielding layer 12. And the 2nd substrate 15 is formed through the glue line 14 on the protective coat 13. [0032] The 1st substrate 2 and 2nd substrate 15 are formed with the high degree-of-hardness non-magnetic material. As a concrete material, polycrystalline ferrites, such as an alumina-titanium carbide (Al₂O₃-TiC), α -Fe₂O₃ (α -hematite), NiZn, and MnZn, etc. are mentioned, for example. As for the 1st substrate 2 and 2nd substrate 15, it comes to form a flat-surface configuration in the form of sheet of an abbreviation rectangle. [0033] Moreover, let the end face of the 1st substrate 2 and the 2nd substrate 15 be the medium sliding surface 16 on which a tape-like record medium slides. Let this medium sliding surface 16 be the circular curved surface which has predetermined curvature. At this time, a tape-like record medium slides in the direction of Arrow A. [0034] The lower magnetic-shielding layer 3 and the up magnetic-shielding layer 12 function as the magnetic field of the outside for reproduction not being drawn in the MR thin film 6 among the signal magnetic fields from a magnetic-recording medium. That is, the signal magnetic field besides a reproductive object is drawn by the lower magnetic-shielding layer 3 and the up magnetic-shielding layer 12, and only the signal magnetic field set as the reproductive object is led to the MR thin film 6. thereby -- the high-frequency property of the MR thin film 6, and reading -- improvement in resolution is achieved [0035] The lower magnetic-shielding layer 3 is formed of the soft magnetic materials which wear and corrosion cannot produce easily. The material used as a magnetic-shielding member in the usual magnetic heads, such as a Sendust (Fe-aluminum-Si alloy) and FeTa, as an example of these soft magnetic materials is mentioned. [0036] In addition, in order for the soft magnetic materials mentioned above to function as a magnetic-shielding member in MR head 1, the thickness more than the double precision of the longest wavelength in a signal magnetic field is needed. For this reason, the thickness of the lower magnetic-shielding layer 3 is determined according to the structure of MR head 1. In the gestalt of this operation, thickness of the lower magnetic-shielding layer 3 was set to 2.5 micrometers. [0037] The up magnetic-shielding layer 12 is formed from the soft-magnetism layer by Co system amorphous material which is mentioned later. The up magnetic-shielding layer 12 is the laminated structure on which the soft-magnetism thin film layer by Co system amorphous material and the nonmagnetic thin film layer were made to deposit by turns, and is making the laminated structure which has a magnetic-thin-film layer more than two-layer at least. [0038] Co system amorphous material used here is Co_aZr_bNb_cMd (however, M is Mo, Cr, Ta, Ti, Hf, Pd, W, or V.). Moreover, a, b, c, and d show the atomic ratio, and these are

$79 \leq a \leq 83$, $2 \leq b \leq 6$, $10 \leq c \leq 14$, and $1 \leq d \leq 5$, respectively, and they are $a+b+c+d=100$. It is desirable that it is the material which consists of composition. This reason is as stating below. [0039] For example, in Co system amorphous material mentioned above, at the time of $M=Ta$, if it is $68 \leq a \leq 90$, $0 \leq b \leq 10$, $0 \leq c \leq 20$, $0 \leq d \leq 10$, and $a+b+c+d=100$, the soft-magnetism property is excellent. In addition to a soft-magnetism property, this composition becomes what was excellent also in thermal resistance, abrasion resistance, and permeability at the time of $79 \leq a \leq 83$, $2 \leq b \leq 6$, $10 \leq c \leq 14$, $1 \leq d \leq 5$, and $a+b+c+d=100$. [0040] For this reason, by using Co system amorphous material of this composition, the partial wear of the up magnetic-shielding layer 12 can be decreased, it accumulates, and it becomes possible to decrease a spacing loss. Moreover, for this reason, MR head 1 becomes possible [prolonging the life] while being able to maintain a high output. [0041] Moreover, in the soft magnetic materials used for the up magnetic-shielding layer 12 mentioned above, movement of this magnetic domain wall causes change of sudden magnetization. If change of this magnetization is sensed by the MR thin film 6, a Barkhausen noise will arise and reproduction operation will become unstable. For this reason, as for the up magnetic-shielding layer 12, it is desirable to make a soft-magnetism thin film layer and a nonmagnetic thin film layer deposit by predetermined thickness. Magnetostatic combination of the soft-magnetism thin film layers is carried out by this, and energy is low and it will be in the state where a magnetic domain does not arise in a soft-magnetism thin film layer. [0042] In addition, the soft-magnetism thin film layer and the nonmagnetic thin film layer were made to deposit by turns in the gestalt of this operation, so that a soft-magnetism thin film layer may turn into 12 layers, having set soft-magnetism thin film layer thickness to 0.28 micrometers, and having used thickness of a nonmagnetic thin film layer as 5nm. Moreover, in order to stabilize the property of Co system amorphous material, it is desirable to make about several nm Cr etc. deposit as a ground. [0043] The lower magnetic-shielding layer 3 and the up magnetic-shielding layer 12 are formed at least in the configuration from which the length (cross-section length is called hereafter.) of the direction [in / the cross section of the medium sliding surface 16 / according to the depth of MR element from the medium sliding surface 16 / in one of these] of the width of recording track, a position (a cross-section position is called hereafter.), etc. change. [0044] Below, as mentioned above, either [at least] the lower magnetic-shielding layer 3 or the up magnetic-shielding layer 12 explains the example currently formed in the configuration from which cross-section length, a cross-section position, etc. of the direction of the width of recording track in the medium sliding surface 16 change using drawing 3 or drawing 14 according to the depth of MR element from the medium sliding surface 16. [0045] Here, the configuration where the magnetic-shielding layer 17 mentioned above was seen from the direction of the perpendicular side to the medium sliding surface 16 is described. In addition, below, the lower magnetic-shielding layer 3 and the up magnetic-shielding layer 12 are summarized, and the magnetic-shielding layer 17 is called. [0046] First, as shown in drawing 3, the configuration from which a raised bottom serves as a larger trapezoid than a lower base is mentioned. The cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 becomes short gradually as the depth of MR element becomes small, when grinding is given to the magnetic-shielding layer 17 formed in such a configuration. [0047] The cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 becomes short as in other words grinding is given. This cross-section length is measured and the depth mentioned later is computed by

several one. Grinding is given to the magnetic-shielding layer 17 until this depth serves as a predetermined value. [0048] At this time, the taper angle θ_1 which the magnetic-shielding layer 17 shown by drawing 3 has is arbitrary, if change of the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 is the value which can be recognized. However, when the ease of giving of processing to the magnetic-shielding layer 17, the plain-gauze fibers for plastering of recognition of the magnetic-shielding layer 17 by the optical microscope, etc. are taken into consideration, as for the value of θ_1 , it is desirable that they are 45 degrees or more and 60 degrees or less. [0049] As shown in drawing 3, the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 by the side of the medium sliding surface 16 of formed MR element is set to l1 here. Cross-section length in the medium sliding surface 16 of the magnetic-shielding layer 17 when giving grinding until MR element became a predetermined depth is set to l2. When the length of MR element worn out by the grinding at the time of processing etc. is set to d1, the relation between l1, and l2 and d1 becomes possible [expressing with the following several 1]. [0050] $l_2 = l_1 - 2$ and $d_1 / \tan \theta_1 \dots$ The one [more than] number 1 enables it to measure the depth of MR element from the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 in the medium sliding surface 16. When each material which constitutes MR head 1 contacts each other by this, very small short-circuit occurs by the heat and distortion which were added during processing, or the conductive matter produced by the grinding process adheres and the resistance of the MR head 1 whole changes, it becomes possible to measure the depth of MR element correctly. [0051] Next, as shown in drawing 4, the configuration from which a raised bottom serves as a trapezoid smaller than a lower base is mentioned. The cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 becomes long gradually as the depth of MR element becomes small, when grinding is given to the magnetic-shielding layer 17 formed in such a configuration. [0052] If the taper angle θ_2 which this magnetic-shielding layer 17 has at this time is the value which can recognize change of the configuration when the magnetic-shielding layer 17 is exposed to the medium sliding surface 16, it is arbitrary. However, when the plain-gauze fibers for plastering of the recognition by the ease of giving of processing with an optical microscope etc. are taken into consideration, as for the value of θ_2 , it is desirable that they are 135 degrees or more and 150 degrees or less. [0053] Next, as shown in drawing 5, the configuration in which lobation is contained in the position equivalent to a predetermined depth is mentioned. In this case, a size, a form, etc. of lobation are arbitrary. However, change of the cross-section length exposed to the medium sliding surface 16 of the magnetic-shielding layer 17 recognizes. Here, the form of lobation was made into the triangle. Moreover, the depth of the MR thin film 6 made the vertex of this triangle the position used as 0. [0054] When it becomes a depth with MR element somewhat larger when grinding is given to the magnetic-shielding layer 17 formed in such a configuration than predetermined, the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 begins to become short. And the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 becomes short gradually as the depth of MR element becomes small after it. [0055] The cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding-surface 16 side of formed MR element here is set to l3. When cross-section length exposed to the medium sliding surface 16 of the magnetic-shielding layer 17 when carrying out grinding is set to l4 and the length of MR element worn out by the grinding at the time of processing etc. is set to d2 until

it became a predetermined depth, it is unrelated to expressing with several 2 shown below being possible 13, and 14 and d2. [0056] $14 = 13 - 2$ and $d2 / \tan \theta$... The two [more than] number 2 enables it to measure the depth of MR element from the cross-section length in the medium sliding surface 16 of the magnetic-shielding layer 17. Thus, when each material which constitutes MR head 1 by measuring the depth of MR element contacts each other, or the case where very small short-circuit occurs by the heat and distortion which were added during processing, and the conductive matter produced by the grinding process adhere and the resistance of the MR head 1 whole changes, it becomes possible to measure the depth of MR element correctly. [0057] Next, as shown in drawing 6 , it is an ellipse form and the configuration from which the position where MR element serves as a predetermined depth serves as a major axis of an ellipse form is mentioned. [0058] The cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 becomes long gradually as the depth of the MR thin film 6 becomes small, when grinding is given to the magnetic-shielding layer 17 formed in such a configuration. And when the depth of MR element becomes a predetermined size, the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 serves as the longest. And the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 becomes short gradually as the grinding beyond it is given. [0059] Next, as shown in drawing 7 , the configuration to which the height exists in the position equivalent to a predetermined depth is mentioned. In this case, a size, a form, etc. of the height are arbitrary. However, change of the cross-section length exposed to the medium sliding surface 16 of the magnetic-shielding layer 17 recognizes. Here, the form of the height was made into the triangle. Moreover, the depth of MR element made the vertex of this triangle the position set to 0. [0060] When it becomes a depth with MR element somewhat larger when grinding is given to the magnetic-shielding layer 17 formed in such a configuration than predetermined, the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 begins to become long. And the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 becomes long gradually as the depth of MR element becomes small after it. [0061] Next, as shown in drawing 8 , the configuration which has the peak of this height in the position where the height is formed in the magnetic-shielding layer 17, and MR element serves as a predetermined depth is mentioned. In this case, a size, a form, etc. of the height are arbitrary. However, change of the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 recognizes. Here, the form of the height was made into the triangle. [0062] When it becomes a depth with MR element somewhat larger when grinding is given to the magnetic-shielding layer 17 formed in such a configuration than predetermined, the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 begins to become long. And the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 becomes long gradually as the depth of the MR thin film 6 becomes small after it. [0063] And when a depth becomes a predetermined size, the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 serves as the longest. And the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 becomes short gradually by giving the grinding beyond it. [0064] By considering as a configuration which mentioned the magnetic-shielding layer 17 above, it becomes possible to make the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 and the depth of the MR thin film

6 correspond. It becomes possible from this to judge the depth of the MR thin film 6 by measuring the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16. [0065] Moreover, in drawing 3 or drawing 8, when the configuration of the lower magnetic-shielding layer 3 and the up magnetic-shielding layer 12 was seen from the direction of the perpendicular side to the medium sliding surface 16, the case where it was supposed that it is the same was explained. However, the configurations of the lower magnetic-shielding layer 3 and the up magnetic-shielding layer 12 may differ. Below, the case where the configurations of the lower magnetic-shielding layer 3 and the up magnetic-shielding layer 12 differ is explained. [0066] As an example of the magnetic-shielding layer 17 which was mentioned above, first, as shown in drawing 9, the case where make one side of the magnetic-shielding layer 17 into the configuration from which a raised bottom serves as a larger trapezoid than a lower base, and another side of the magnetic-shielding layer 17 is made into the configuration to which a raised bottom serves as a small trapezoid from a lower base is mentioned. [0067] The cross-section length by which the cross-section length which exposes one side of the magnetic-shielding layer 17 to the medium sliding surface 16 becomes gradually long, and exposes another side of the magnetic-shielding layer 17 to the medium sliding surface 16 becomes gradually short as the depth of MR element becomes small, when grinding is given to the magnetic-shielding layer 17 formed in such a configuration. And when MR element becomes a predetermined depth, the cross-section length of two magnetic-shielding layers 17 exposed to the medium sliding surface 16 corresponds. [0068] When the magnetic-shielding layer 17 is formed in a configuration which was mentioned above, it is alike in the cross-section length of two magnetic-shielding layers 17, in addition the depth of MR element is judged by the relative relation of two magnetic-shielding layers 17. By this, the precision which judges the depth of MR element serves as double precision as compared with the case where it judges only by the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17. [0069] In other words, it becomes possible to judge the depth of MR element still more correctly by forming the magnetic-shielding layer 17 in a configuration which was mentioned above. This enables it to stabilize the reproduction output of MR head 1 further. [0070] Next, as shown in drawing 10, the case where make one side of the magnetic-shielding layer 17 into the configuration from which a raised bottom serves as a larger trapezoid than a lower base, and another side of the magnetic-shielding layer 17 is made into a rectangle is mentioned. [0071] The cross-section length by which the cross-section length which exposes one side of the magnetic-shielding layer 17 to the medium sliding surface 16 becomes gradually long, and exposes another side of the magnetic-shielding layer 17 to the medium sliding surface 16 becomes fixed as the depth of MR element becomes small, when grinding is given to the magnetic-shielding layer 17 formed in such a configuration. And when MR element becomes a predetermined depth, the cross-section length of two magnetic-shielding layers 17 exposed to the medium sliding surface 16 is in agreement. [0072] Next, as shown in drawing 11, the case where make one side of the magnetic-shielding layer 17 into a rectangle, and another side of the magnetic-shielding layer 17 is made into a parallelogram is mentioned. [0073] The cross-section position where the cross-section position which exposes one side of the magnetic-shielding layer 17 to the medium sliding surface 16 changes relatively to the MR thin film 6, and exposes another side of the magnetic-shielding layer 17 to the medium sliding surface 16 does not change as the depth of MR element becomes small, when grinding is given to the magnetic-shielding layer 17 formed in such a configuration.

And when the MR thin film 6 becomes a predetermined depth, the cross-section position of two magnetic-shielding layers 17 exposed to the medium sliding surface 16 is in agreement. [0074] Moreover, as shown in drawing 12, the case where use one side of the magnetic-shielding layer 17 as an ellipse form, and another side of the magnetic-shielding layer 17 is made into a rectangle is mentioned. [0075] When the cross-section length which exposes one side of the magnetic-shielding layer 17 to the medium sliding surface 16 becomes long gradually and MR element serves as a predetermined depth, cross-section length serves as the longest, as the depth of MR element becomes small, when grinding is given to the magnetic-shielding layer 17 formed in such a configuration. Then, as for one side of the magnetic-shielding layer 17, the cross-section length exposed to the medium sliding surface 16 becomes gradually short. [0076] Moreover, another side of the magnetic-shielding layer 17 becomes fixed [the cross-section length exposed to the medium sliding surface 16]. And when the MR thin film 6 becomes a predetermined depth, the cross-section length of two magnetic-shielding layers 17 exposed to the medium sliding surface 16 is in agreement. [0077] Moreover, as shown in drawing 13, the case where make one side of the magnetic-shielding layer 17 into the configuration in which slitting is contained in the portion used as a predetermined depth, and another side of the magnetic-shielding layer 17 is made into a rectangle is mentioned. In this case, a size, a form, etc. of lobation are arbitrary. However, change of the cross-section length exposed to the medium sliding surface 16 of the magnetic-shielding layer 17 recognizes. Here, the form of lobation was made into the triangle. Moreover, let the vertex of this triangle be the position where MR element serves as a predetermined depth. [0078] When grinding is given to the magnetic-shielding layer 17 formed in such a configuration, the cross-section length which exposes the magnetic-shielding layer 17 of the direction containing lobation to the medium sliding surface 16 changes. However, the cross-section length which exposes to the medium sliding surface 16 the magnetic-shielding layer 17 which is a rectangle does not change. Below, change of the cross-section length exposed to the medium sliding surface 16 about the magnetic-shielding layer 17 of the direction containing lobation is explained. [0079] When the magnetic-shielding layer 17 containing lobation becomes a depth with somewhat larger MR element than predetermined, the cross-section length exposed to the medium sliding surface 16 begins to become short. And the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 becomes short gradually as the depth of MR element becomes small after it. And when the depth of MR element becomes a predetermined size, the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 becomes the shortest. [0080] At this time, the length of both magnetic-shielding layers 17 is in agreement. When the grinding beyond this is given, the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16 becomes the same as the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 before giving grinding. [0081] Moreover, as shown in drawing 14, the case where it is made to become symmetrical is mentioned in the direction where the acute angle of this parallelogram exists considering both magnetic-shielding layers 17 as a configuration which combined the rectangle and the parallelogram. When you make the medium sliding-surface 16 side into a top, let the top [position / where under from the position where this figure is equivalent to a predetermined depth is made into the rectangle, and is equivalent to a predetermined depth] be a parallelogram. [0082] When grinding is given to the magnetic-shielding layer 17 formed in such a configuration, the magnetic-shielding layer 17 changes

relatively corresponding to the depth whose cross-section position exposed to the medium sliding surface 16 is MR element. [0083] If it states concretely, each magnetic-shielding layer 17 is located outside to MR element at first. And the position of each magnetic-shielding layer 17 approaches the MR thin film 6 gradually as grinding is given. And when MR element becomes a predetermined depth, the cross-section position of two magnetic-shielding layers 17 turns into a symmetrical position on both sides of MR element. [0084] When the magnetic-shielding layer 17 is formed in a configuration which was mentioned above, the cross-section position in the medium sliding surface 16 of both magnetic-shielding layers 17 changes according to the depth of MR element. Thereby, the precision which judges the depth of MR element is only change of the cross-section position in one medium sliding surface 16 of the magnetic-shielding layers 17, and serves as double precision as compared with the case where the depth of MR element is judged. [0085] In other words, it becomes possible to judge the depth of MR element still more correctly by forming the magnetic-shielding layer 17 in a configuration which was mentioned above. By this, the reproduction output of MR head 1 is stabilized further. [0086] In addition, in the gestalt of this operation, the up magnetic-shielding layer 12 is formed of the technique of a lift off so that it may mention later. For this reason, it becomes difficult to consider as the configuration which mentioned the up magnetic shielding 12 above. For this reason, when manufacturing MR head 1, it is easiest to form only the lower magnetic-shielding layer 3 so that cross-section length, a cross-section position, etc. of the direction of the width of recording track exposed to the medium sliding surface 16 according to the depth of MR element may change. [0087] However, if it is possible to form both the lower magnetic-shielding layer 3 and the up magnetic-shielding layer 12 so that cross-section length, a cross-section position, etc. of the direction of the width of recording track in the medium sliding surface 16 may change according to the depth of MR element, it will become possible to determine more that the depth of MR element mentioned above at accuracy. [0088] The flattening layer 4 is formed of nonmagnetic non-conducting material. The flattening layer 4 carries out flattening of the irregularity made when the lower magnetic-shielding layer 3 was formed on the 1st substrate 2, and forms the 1st substrate 2 and abbreviation same side. As for the flattening layer 4, being formed of aluminum 2O3 is desirable. [0089] The lower gap layer 5 and the up gap layer 11 are formed in the shape of a thin film of nonmagnetic non-conducting material. Insulation is maintained when these nonmagnetic non-conducting layers exist. When insulation and abrasion resistance are taken into consideration, as for the lower gap layer 5 and the up gap layer 11, it is desirable to be formed, for example of aluminum 2O3. [0090] The MR thin film 6 is a magnetic force sencor, and is a portion which reads the information record currently recorded on the magnetic-recording medium. [0091] Here, the MR thin film 6 is made into the structure where the laminating of the 1st non-magnetic layer, the 1st soft-magnetism layer, the 2nd non-magnetic layer, the 2nd soft-magnetism layer, and the 3rd non-magnetic layer was carried out one by one from the substrate side, and is constituted as the so-called film of a SAL bias method. As the 1st non-magnetic layer, the 2nd non-magnetic layer, and the 3rd non-magnetic layer, Ta etc. is used, for example. As 1st soft-magnetism layer, nickel-Fe etc. is used, for example. As 2nd soft-magnetism layer, nickel-Fe-Nb etc. is used, for example. [0092] In addition, the MR thin film 6 is not limited to the film of a SAL bias method, and should just be formed of various film composition, such as the so-called AMR which is known from the former, and GMR. Moreover, in MR head 1, it is arranged so that the longitudinal direction of

the MR thin film 6 may become parallel to the medium sliding surface 16, and sense current is supplied in the direction parallel to the medium sliding surface 16. [0093] The bias layers 7a and 7b of a couple impress a bias magnetic field to the MR thin film 6, and have the function for forming the magnetic domain of the MR thin film 6 into a single magnetic domain. The bias layers 7a and 7b of a couple are located in the both ends of the longitudinal direction of the MR thin film 6, respectively, and are formed of the hard magnetic material. Moreover, the bias layers 7a and 7b of a couple are magnetically connected to the both ends of the MR thin film 6, respectively. In addition, suppose that the bias layers 7a and 7b of a couple are summarized, and the bias layer 7 is only called in the following explanation. [0094] The electrode layers 8a and 8b supply sense current to the MR thin film 6. The electrode layers 8a and 8b are formed in the shape of a thin film of the metallic material which is conductivity and is low resistance. By using the material which is low resistance here, it becomes possible to lower the resistance of the MR head 1 whole. Electrode layer 8a and electrode layer 8b are connected to the ends of the MR thin film 6, respectively. As a material of the electrode layers 8a and 8b, Cr, Ta, etc. are suitable, for example. [0095] In addition, suppose that the electrode layers 8a and 8b are summarized, and the electrode layer 8 is only called in the following explanation. [0096] The end-connection children 9a and 9b offer sense current to electrode layer 8a. The end-connection children 9a and 9b are formed in the shape of a thin film like the electrode layer 8 of the metallic material which is conductivity and is low resistance. As the end-connection children's 9a and 9b material, Cr, Ta, etc. are suitable, for example. [0097] The external terminals 10a and 10b offer sense current to the end-connection children 9a and 9b. The external terminals 10a and 10b are formed in the shape of a thin film like the electrode layer 8 of the metallic material which is conductivity and is low resistance. As a material of the external terminals 10a and 10b, Cr, Ta, etc. are suitable, for example. [0098] In addition, electrode layer 8a, end-connection child 9a, and external end-connection child 10a have connected, and electrode layer 8b, end-connection child 9b, and external end-connection child 10b have connected. This becomes possible to offer sense current to the MR thin film 6. [0099] A protective layer 13 is formed in order to intercept MR element portion and the exterior electrically and magnetically. A protective coat 13 is formed of nonmagnetic non-conducting material. [0100] A glue line 14 is formed by using adhesives, in order to stick the 2nd substrate 15. The adhesives of an epoxy system etc. are mentioned as an example of the adhesives used at this time. In addition, a glue line 14 omits illustration in drawing 1. [0101] In addition, in this MR head 1, the 1st substrate 2 and the 2nd substrate 15 are large in fact compared with other portions. For example, the length t1 of the run direction of the tape-like record medium in the 1st substrate 2 is set to about 0.8mm, and the length t2 of MR element portion is set to 5 micrometers. Therefore, most of forming the medium sliding surface 16 in this MR head 1 is the end face of the 1st substrate 2 and the 2nd substrate 12. [0102] As mentioned above, MR head 1 becomes possible [judging the depth of MR element with cross-section length, a cross-section position, etc. of the magnetic-shielding layer 17 exposed to the medium sliding surface 16]. [0103] For this reason, it becomes easy to make the depth of MR element into a predetermined size, and it decreases that the depths of MR element differ for every MR head. This enables it to set the reproduction output of MR head 1 constant, and it becomes possible to offer MR head 1 by which the reproduction output was stabilized. [0104] MR head 1 mentioned above is carried in a rotating drum which is mentioned later, and reproduces the information signal recorded on the tape-like

record medium. [0105] Below, the manufacture method of MR head 1 mentioned above is explained. In addition, in order to illustrate the feature intelligibly, like drawing 1 or drawing 14, the drawing used by the following explanation may expand the portion used as the feature, and may show it, and the ratio of the size of each part material of it is not necessarily the same as that of practice. [0106] Moreover, although an example concrete about each part material which constitutes MR head 1 and its material, a size, thickness, etc. is given in the following explanation, this invention is not limited to the following examples. For example, although the example using MR thin film of a so-called shield type SAL (Soft Adjacent Layer) bias method which has the same structure as what is put in practical use with the hard disk drive unit etc. is given in the following explanation, MR thin film is not limited to this example. [0107] In case MR head 1 concerning this invention is manufactured, the 1st substrate material 30 of the shape of a disk with a diameter of 3 inches which finally serves as the 1st substrate 2 as shown in drawing 15 and drawing 16 is prepared first. This 1st substrate material 30 turns into guard material by the side of leading, and a non-magnetic material is used. Two or more MR heads 1 are formed on this 1st substrate material 30. Mirror-polishing processing is given to this 1st substrate material 30. [0108] Next, as shown in drawing 17 and drawing 18, the 1st soft-magnetism metal thin film layer 31 which finally turns into the lower magnetic-shielding layer 3 is formed by sputtering etc. on the 1st substrate material 30. [0109] Next, it etches to the 1st soft-magnetism metal layer 31, and considers as a predetermined configuration. First, the photoresist film 32 is applied. Next, exposure and development are given to this photoresist film 32 with the so-called photolithography technology, and as shown in drawing 19 and drawing 20, the photoresist film 32 is made into a predetermined configuration. With the gestalt of this operation, 80 micrometers wide and the 100 micrometers long photoresist film 32 were formed in the position in which MR head 1 is formed. [0110] Next, ion etching is given and the 1st soft-magnetism metal layer 31 currently formed in the portion in which the photoresist film 32 is not formed is removed. By this, the 1st soft-magnetism metal layer 31 serves as a predetermined configuration. Then, the photoresist film 32 is removed. [0111] At this time, the configuration of the 1st soft-magnetism metal layer 31 is formed so that cross-section length, a cross-section position, etc. of the direction of the width of recording track exposed to the medium sliding surface 16 according to the depth of MR element may change. At this time, the lower magnetic-shielding layer 3 finally formed serves as a configuration as shown in drawing 3 or drawing 14. And the cross-section length of the direction of the width of recording track of the lower magnetic-shielding layer 3 and the cross-section position which are exposed to the medium sliding surface 16, and the depth of MR element correspond. [0112] It becomes possible to judge the depth of MR element with cross-section length, a cross-section position, etc. of the direction of the width of recording track of the lower magnetic-shielding layer 3 exposed to the medium sliding surface 16, without measuring the resistance of manufactured MR head 1 by this. For this reason, the production time of MR head 1 is shortened and it becomes possible to raise productivity. Moreover, since it is possible to measure the depth of MR element correctly, it becomes possible to raise the yield of MR head 1. [0113] Next, as shown in drawing 21 and drawing 22, flattening of the front face of the 1st substrate material 30 in which the 1st soft-magnetism metal layer 31 was formed is carried out. [0114] First, the 1st nonmagnetic non-conductive layer 33 is formed all over the 1st substrate material 30. The 1st soft-magnetism metal layer 31 needs to be completely embedded by the 1st nonmagnetic non-

conductive layer 33 formed here. For this reason, the 1st nonmagnetic non-conductive layer 33 is formed so that it may become thicker than the thickness of the 1st soft-magnetism metal layer 31. This thickness was set to 3 micrometers with the gestalt of this operation. Moreover, a sputter, a vacuum deposition, etc. are mentioned as an example of the method of forming the 1st nonmagnetic non-conductive layer 33. [0115] aluminum₂O₃, SiO₂, etc. are mentioned as an example of the material for forming the 1st nonmagnetic non-conductive layer 33. [0116] Next, it grinds to the 1st nonmagnetic non-conductive layer 33 until the 1st soft-magnetism metal layer 31 is exposed. The method of performing chemical polish as an example of the method of the polish to this 1st nonmagnetic non-conductive layer 33 after deleting by the diamond wheel, the method of performing chemical polish from the beginning, etc. are mentioned. It is necessary to expose the 1st soft-magnetism metal layer 31 over the whole surface. Although the thickness of the 1st final soft-magnetism thin film layer 31 changes with influences of the curvature of the 1st substrate material 30 etc., it should just be 2 micrometers or more, for example. [0117] Next, it heat-treats to the 1st soft-magnetism metal layer 31. This heat treatment is performed according to material in which the 1st soft-magnetism metal layer 31 was formed. With the gestalt of this operation, since the 1st soft-magnetism metal layer 31 was formed by the Sendust, after carrying out a temperature up to 550 degrees C in 1 hour, it held at 550 degrees C for 1 hour, and cooled naturally by after that. [0118] Next, as shown in drawing 23 and drawing 24, the 2nd nonmagnetic non-conductive layer 34 which finally becomes the lower gap layer 4 is formed by sputtering etc. on the field formed by the 1st soft-magnetism metal layer 31 and the 1st nonmagnetic non-conductive layer 33. [0119] In addition, what is necessary is just to set the thickness of this 2nd nonmagnetic non-conducting layer 34 as a suitable value according to the frequency of the signal recorded on the magnetic-recording medium. The calculation method of thickness is as being shown in several 3. In the gestalt of this operation, the thickness of this 2nd nonmagnetic non-conducting layer 34 is set as 100nm. [0120] = (Thickness of the lower gap layer 5) $G/2 - (a + b + c + d/2)$... A-three number, however G are the distance between bias layer 7a in MR element, and 7b. Moreover, a is the thickness of the lower insulating layer (here Ta) in MR thin film. b is the thickness of the SAL bias layer (here NiFeNb) in MR thin film. c is the thickness of the middle insulating layer (here Ta) in MR thin film. d is the thickness of the magnetosensitive layer (here NiFe) in MR thin film. [0121] Next, as shown in drawing 25 and drawing 26, MR thin film layer 35 which finally constitutes the MR thin film 6 of a SAL bias method on the 2nd nonmagnetic non-conducting layer 34 is formed by sputtering etc. Specifically, MR thin film layer 35 is formed, when Ta layer of about 5nm of thickness, the NiFeNb layer of about 32nm of thickness, Ta layer of about 5nm of thickness, the NiFe layer of about 30nm of thickness, and Ta layer of about 1nm of thickness are formed one by one by sputtering etc. in order [more than]. [0122] In the above MR thin film layer 35, a NiFe layer is the soft-magnetism film which has the magnetoresistance effect, and serves as a magnetic force sencer in an MR head. Moreover, in the above MR thin film layer 35, it becomes the so-called SAL film for a NiFeNb layer impressing a bias magnetic field to a NiFe layer. [0123] In addition, the material of each class which constitutes MR thin film layer 35, and its thickness are not limited to the above example, choose a suitable material according to the purpose of using MR head 1 etc., and should just set it as suitable thickness. [0124] next, as shown in drawing 27 or drawing 29, the permanent magnet layers 36a and 36b of the two shape of a rectangle used as the bias layer 7 are embedded for every MR head element to MR thin film

layer 35 using photolithography technology on the last target [0125] These permanent magnet layers 36a and 36b are formed so that it may become the bias layer 7 of MR head 1 finally mentioned above, and the length t_4 of about 50 micrometers and the direction of a shorter side may be set to about 10 micrometers by the length t_3 of the direction of a long side, for example, the interval t_5 between [of two] permanent magnet layer 36a and 36b may be set to about 5 micrometers. Finally the interval t_5 between [of these two] permanent magnet layer 36a and 36b serves as the width of recording track of the MR thin film 5. That is, in MR head 1, the width of recording track of the MR thin film 6 is set to about 5 micrometers. [0126] In addition, what is necessary is not to limit the width of recording track of the MR thin film 6 to the above example, and just to set it as a suitable value according to the purpose of using MR head 1 etc. [0127] Next, as shown in drawing 30 and drawing 31, the 1st conductive metal layer 37a and 37b which finally turns into the electrode layer 8 is formed on permanent magnet layer 36a and 36b. [0128] When forming such permanent magnet layers 36a and 36b and the 1st conductive metal layer 37a and 37b, the mask which has opening of two rectangles every head element 38 is first formed by the photoresist, for example. Next, it etches and MR thin film layer 35 exposed to opening is removed. In addition, although a dry method or a wet method is also available for it, when the plain-gauze fibers for plastering of processing etc. are taken into consideration, ion etching is desirable [etching here]. [0129] Next, the permanent magnet layers 36a and 36b are formed by sputtering etc. on MR thin film layer 35 in which the mask was formed. In addition, as a material of the permanent magnet layers 36a and 36b, a certain material has [more than 1000 [Oe]] desirable coercive force, for example, CoNiPt, CoCrPt, etc. are suitable. [0130] Next, the 1st conductive metal layer 37a and 37b is formed by sputtering etc. [0131] In addition, the thickness of the permanent magnet layers 36a and 36b and the thickness of the 1st conductive metal layer 37a and 37b are determined by the resistance needed in the environment where MR head 1 is used, the width of recording track of an MR head, etc. In the gestalt of this operation, thickness of the permanent magnet layers 36a and 36b was made of the same grade as MR thin film layer 35, and thickness of the 1st conductive metal layer 37a and 37b was set to about 60nm. [0132] Next, the photoresist used as the mask is removed with the permanent magnet layers 36a and 36b formed on this photoresist, and the 1st conductive metal layer 37a and 37b. Thereby, as shown in drawing 30 and drawing 31, the permanent magnet layers 36a and 36b which are predetermined configurations are embedded in MR thin film layer 35, and it will be in the state where the 1st conductive metal layer 37a and 37b which is a predetermined configuration was formed on these permanent magnet layers 36a and 36b. [0133] next, as shown in drawing 32 and drawing 33, it leaves the last target MR thin film layer 35a equivalent to the portion used as MR element, MR thin film layer 35b, MR thin film layer 35c, and the 1st conductive metal layer 37a and 37b using photolithography technology, MR thin film layer 35 is removed, and the configuration of the MR head element 38 is formed [0134] At this time, a photoresist is first formed on MR thin film layer 35a, MR thin film layer 35b, MR thin film layer 35c, and the 1st conductive metal layer 37a and 37b. Next, exposed MR thin film layer 35 is removed by etching. In addition, although a dry method or a wet method is also available for it, if the plain-gauze fibers for plastering of processing etc. are taken into consideration, ion etching is suitable for etching here. Next, the configuration of the MR head element 38 is formed by removing a photoresist. [0135] In the gestalt of this operation, width of face t_6 of MR thin film layer 35a was set to 7 micrometers. Finally these

t6 becomes the depth length of the MR thin film 6. Moreover, the length t7 of MR thin film layers 35b and 35c was set to 1.5mm, and width of face t8 was set to 80 micrometers. Moreover, the interval t9 of MR thin film layer 35b and MR thin film layer 35c was set to 40 micrometers. [0136] Next, as shown in drawing 34 and drawing 35, MR thin film layers 35b and 35c and the 2nd conductive metal layer 39a and 39b are replaced. It connects with the 1st conductive metal layer 37a and 37b, respectively, and, finally this 2nd conductive metal layer 39a and 39b turns into the electrode layer 8. [0137] Specifically, a resist pattern is first formed on MR thin film layer 35a and the 1st conductive metal membrane 36a and 36b. Next, it etches and exposed MR thin film layer 35b and MR thin film layer 35c are removed. In addition, although a dry method or a wet method is also available for it, if the plain-gauze fibers for plastering of processing etc. are taken into consideration, ion etching is suitable for etching here. [0138] Next, Ti/Cu used as the 2nd conductive metal layer 39 is formed. At this time, the 2nd conductive metal layer 39a and 39b and the 1st conductive metal layer 36a and 36b form an abbreviation same side, respectively. Then, by exfoliating a resist, as shown in drawing 24, the 2nd conductive metal layer 39a and 39b is formed. [0139] Next, as shown in drawing 36 and drawing 37, the 3rd nonmagnetic non-conducting film 40 which finally serves as the up gap layer 11 is formed by sputtering etc. What is necessary is just to set the thickness of this 3rd nonmagnetic non-conducting film 40 as a suitable value according to the frequency of a record signal. The calculation method of thickness is expressed with several 4. Here, it could be 120nm. [0140] = (Thickness of the up gap layer 12) $G/2 - (a + d/2) \dots$ A-four number, however G are the distance between bias layer 7a in MR element, and 7b. Moreover, a is the thickness of the lower insulating layer (here Ta) in MR thin film. d is the thickness of the magnetosensitive layer (here NiFe) in MR thin film. [0141] Next, it forms with the procedure which shows below the 2nd soft-magnetism layer 41 which finally turns into the up magnetic-shielding layer 12 as shown in drawing 38 and drawing 39. [0142] First, as shown in drawing 40 or drawing 43, the resist film 50 is formed all over a wafer by using as opening the position in which the up magnetic-shielding layer 12 is formed. At this time, the end face of the resist film in opening has the need that it is a reverse taper type as shown in drawing 40 and drawing 41, or it is two-layer structure as shown in drawing 42 and drawing 43, and the direction of the upper resist film 51 is the configuration projected rather than the lower layer resist film 52. This becomes possible to form the up magnetic-shielding layer 10 by the technique of a lift off. [0143] in order for the end face in opening as shown in drawing 40 and drawing 41 to produce a back taper type resist film (a back taper type resist layer is called hereafter.) -- for example, the Nippon Zeon Co., Ltd. make -- what is necessary is just to use resists for back tapers, such as ZPN-1100 and AZby Clariant, LTD. 5214E [0144] Usually, it prebakes through such a resist for reverse tapers, and after exposing, it heats at 110 degrees C, and it becomes possible by performing excessive exposure to form a back taper type resist film. The formation method of this back taper type resist film is good by how to recommend a resist manufacture maker. In addition, heating in 110 degrees C is called reversal baking, and excessive exposure is called reversal exposure. [0145] Moreover, what is necessary is just to follow the following methods, in order to form the resist film of two-layer structure as shown in drawing 42 and drawing 43. [0146] First, the lower layer resist film 52 is formed by ARC made from Brewer Science usually used, for example as an antireflection film. Next, generally it is used, for example, the upper resist film 51 is formed by AZ6108 by Clariant, LTD. etc. Exposure is performed by the

usual technique, many lower layer resist films 52 are removed only by developing negatives for a long time, and the resist layer of the two-layer structure which is the configuration which the upper resist film 51 projected is formed. [0147] Cr film is formed after forming the photoresist mentioned above. Then, as shown in drawing 44, the 2nd soft-magnetism film 53 which finally serves as the up magnetic shielding 10 is formed. This 2nd soft-magnetism film 53 is formed by carrying out the laminating of a nonmagnetic membrane and the Co system amorphous film one by one. Then, the resist film 50 is exfoliated. [0148] At this time, the configuration of the 2nd soft-magnetism film 53 may be formed so that cross-section length, a cross-section position, etc. of the direction of the width of recording track exposed to the medium sliding surface 16 according to the depth of MR element may change. In this case, the up magnetic-shielding layer 12 finally formed serves as a configuration as shown in drawing 3 or drawing 14. And the cross-section length of the direction of the width of recording track of the up magnetic-shielding layer 12 and the cross-section position which are exposed to the medium sliding surface 16, and the depth of MR element correspond. [0149] For this reason, it becomes possible to judge the depth of MR element with the cross-section length and the cross-section position of the direction of the width of recording track of the up magnetic-shielding layer 12 in the medium sliding surface 16, without measuring the resistance of manufactured MR head 1. Moreover, it becomes possible to judge the depth of MR element still more correctly by doubling with the cross-section length of the direction of the width of recording track of the lower magnetic-shielding layer 3 exposed to the medium sliding surface 16, and change of a cross-section position. [0150] In addition, although the method of forming the 2nd soft-magnetism film 53 was mentioned as the example and explained here when a two-layer structure resist layer was formed, when a back taper type resist layer is formed, it is possible to form the 2nd soft-magnetism film 53 similarly. [0151] Next, a two-layer structure resist layer and the 2nd soft-magnetism layer 53 formed on the two-layer structure resist layer are removed. Since the upper resist film 51 is made into the structure projected to the lower layer resist film 52 as the two-layer structure resist layer was mentioned above at this time, the solvent for removing a two-layer structure resist layer from an end face sinks in, and removal of a two-layer structure resist layer becomes easy. [0152] Next, as shown in drawing 45 and drawing 46, the 3rd conductive metal layer 54a and 54b which finally serves as the external terminal 14 is formed. [0153] The 3rd conductive metal layer 54a and 54b is formed for example, with copper-sulfate plating. At this time, the photoresist film which has opening first into the portion in which the 3rd conductive metal layer 54a and 54b is formed is formed. Next, the 3rd nonmagnetic non-conducting film 39 currently formed in this opening is removed by etching to this opening. [0154] Next, where a photoresist film is left, the 3rd conductive metal layer 54a and 54b is formed in the portion from which the 3rd nonmagnetic non-conducting layer 39 was removed. Next, it plates with a copper-sulfate solution. In the gestalt of this operation, it formed so that Cu layer might serve as thickness which is about 6 micrometers. In addition, as long as the formation method of the 3rd conductive metal layer 54a and 54b is a method of not affecting other membrane structures, methods other than copper-sulfate plating are sufficient as it. [0155] Next, the 3rd conductive metal layer 54a and 54b is formed by removing a photoresist with the 3rd conductive metal layer 54a and 54b formed on this photoresist. In addition, in the form of this operation, the length t11 of the 3rd conductive metal layer 54a and 54b was set to 50 micrometers, and width of face t12 was set to 80 micrometers. [0156] Next, the 4th nonmagnetic non-conductive layer 55 used as

the protective layer 13 for finally intercepting MR element portion in MR head 1 and the exterior is formed. The 4th nonmagnetic non-conductive layer 55 is formed by carrying out sputtering of the aluminum 2O3. [0157] Next, the front face of the 4th nonmagnetic non-conductive layer 55 is ground until the 3rd conductive metal layer 54a and 54b is exposed to a front face, as shown in drawing 47 and drawing 48 . After grinding polish here until the front face of the 3rd conductive metal layer 54a and 54b is exposed with the diamond abrasive grain whose particle size is about 2 micrometers, by the silicon abrasive grain, it gives chemical polish and finishes a front face in the shape of a mirror plane. [0158] Next, as shown in drawing 49 and drawing 50 , the 1st substrate material 30 in which many MR head elements 38 were formed is carved in the shape of a strip of paper so that the MR head element 38 may be located in a line with a longitudinal direction, and the magnetic head block 60 is formed. In addition, in the form of this operation, thickness t13 of the magnetic head block 60 was set to 2mm. [0159] Here, when productivity is taken into consideration, more possible ones of the number of the MR head elements 38 on a par with a longitudinal direction are good. Although the magnetic head block 60 with which five MR head elements 38 are located in a line for simplification is illustrated, you may make it the MR element 38 beyond this located in a line in fact in drawing 50 . [0160] Next, as shown in drawing 51 , the 2nd substrate material 61 which finally becomes the 2nd substrate 12 of MR head 1 is stuck on the magnetic head block 60. Thickness t14 of this 2nd substrate material 61 is set to about 0.7mm. Adhesives, such as for example, an epoxy system, are used for attachment of this 2nd substrate material 61. In addition, in drawing 51 and drawing 52 , each thin film layer formed on the 1st substrate material 20 is omitted. [0161] At this time, the height t15 of the 2nd substrate material 61 is made lower than the height of the magnetic head block 60, and the 3rd conductive electrode layer 54a and 54b formed in each MR head element 38 on the magnetic head block 60 is exposed outside. Thereby, the 3rd conductive electrode layer 54a and 54b can be electrically connected now with the exterior. [0162] Next, cylinder polish processing is given to the field which finally turns into the medium sliding surface 16 of MR head 1, and this field is formed circularly. Specifically, while it is exposed of the front end of the MR thin film 6 to the medium sliding surface 16, cylinder polish processing is performed until the size of the depth of this MR thin film 6 serves as predetermined length. Thereby, as shown in drawing 52 , let the field which finally turns into the medium sliding surface 16 of MR head 1 be a circular curved surface. [0163] In addition, according to a tape tension etc., it is good and the curved-surface configurations of the field used as the medium sliding surface 16 formed of this cylinder polish processing are not the optimal configuration, then the thing limited especially. [0164] Next, as shown in drawing 53 , the magnetic head block 60 is divided every MR head element 38. The length of the direction on which a magnetic-recording medium specifically slides divides the magnetic head block 62 every MR head element 38 at an angle theta so that about 0.8mm and width of face may be set to about 300 micrometers and height may be set to about 2mm. Thereby, many MR heads 1 previously shown by drawing 1 are obtained. In addition, theta is the same as an azimuth angle. [0165] Grinding is given to the last using grinding-stone processing and a polish tape until the MR head element 38 serves as a predetermined depth. [0166] The grinding to the medium sliding surface 16 of MR head 1 is given until the configuration of the magnetic-shielding layer 17 of appearing in the medium sliding surface 16 at this time turns into a predetermined configuration. Concretely, as shown in drawing 10 , the magnetic-shielding layer 17 is formed

so that a raised bottom may be made into a trapezoid with the larger lower magnetic-shielding layer 3 than a lower base and the up magnetic-shielding layer 12 may be made into a rectangle, and the case where grinding is given to the medium sliding surface 16 is mentioned as an example, and is explained here. [0167] First, grinding is given to the medium sliding surface 16 of MR head 1, and as shown in drawing 54, the lower magnetic-shielding layer 3 and the up magnetic-shielding layer 12 are exposed to the medium sliding surface 16. The length of the lower magnetic-shielding layer 3 at this time is equal to 11 shown by drawing 3, and is the cross-section length of the magnetic-shielding layer 17 by the side of the medium sliding surface 16 of formed MR element. [0168] Next, grinding is further given to the medium sliding surface 16. Then, the cross-section length of the lower magnetic-shielding layer 3 exposed to the medium sliding surface 16 becomes short gradually. [0169] And as shown in drawing 55, the cross-section length of the up magnetic-shielding layer 3 exposed to the medium sliding surface 16 and the lower magnetic-shielding layer 12 is in agreement. At this time, the depth of MR element serves as predetermined size. [0170] In addition, drawing 54 and drawing 55 show only the characteristic portion in the medium sliding surface 16, and have omitted illustration of the lower gap layer 5, the bias layers 7a and 7b, the electrode layers 8a and 8b, the up gap layer 11, a glue line 13, and a protective layer 14. [0171] Moreover, it is still more desirable to use together the method of determining the depth of MR element by measuring the resistance currently performed from the former at this time. This becomes possible to make the depth of MR element still more exact. [0172] Thus, according to the manufacture method of MR head 1, judging from cross-section length, a cross-section position, etc. of the magnetic-shielding layer 17 which exposes the depth of MR element to the medium sliding surface 16, it becomes possible to manufacture MR head 1. [0173] For this reason, when it becomes easy to set the depth of MR head 1 constant and it produces two or more MR heads 1, it is lost that reproduction outputs differ for every MR head. This enables it to raise the yield of MR head 1. Moreover, since it becomes unnecessary to measure resistance in order to measure the depth of MR element, the production time of MR head 1 is shortened and it becomes possible to raise productivity. [0174] When actually using MR head 1 manufactured as mentioned above, MR head 1 is first stuck on the chip base. Next, the terminal prepared in this chip base and the end-connection child 14 prepared in MR head 1 are connected electrically. Next, it attaches in the rotating drum 70 as shows MR head 1 attached in this chip base by drawing 56. And it is used, equipping the record regenerative apparatus 71 as shown by drawing 57 with this rotating drum 70. [0175] The record regenerative apparatus 71 is equipped with a rotating drum 70, the supply reel 72, a take up reel 73, Rollers 74a-74h (a roller 74 is called hereafter.), and a capstan 75. [0176] A rotating drum 70 is equipped with the recording head for the electromagnetic-induction type magnetic head while it is equipped with MR head 1 mentioned above as the reproducing head. A rotating drum 70 is rotated in the direction of Arrow C. The supply reel 72 supplies the tape-like record medium 75 pulled out from the tape cartridge which is not illustrated to a rotating drum 70. A take up reel 73 rolls round the tape-like record medium 76 supplied to the rotating drum 70. [0177] A roller 74 supports the tape-like record medium 76. It rotates by the motor which is not illustrated and a capstan 75 sends the tape-like record medium 76. At this time, the tape-like record medium 76 is sent in the direction of Arrow D. [0178] A rotating drum 70 is equipped with the upper drum 80, the lower drum 81, and a motor 82 as shown in drawing 55. The upper drum 80 rotates in the direction of Arrow E. The lower

drum 81 is being fixed. As for the lower drum 81, it has the 1st reproducing head 83, 2nd reproducing head 84, 1st recording head 85, 2nd recording head 86, and lead guide section 87. A motor 82 rotates the upper drum 80. [0179] The 1st reproducing head 83 and the 2nd reproducing head 84 reproduce the information record recorded on the tape-like record medium 75. MR head 1 mentioned above is used for the 1st reproducing head 83 and the 2nd reproducing head 84. [0180] The 1st recording head 85 and the 2nd recording head 86 record information to the tape-like record medium 75. The electromagnetic-induction type magnetic head is used as the 1st recording head 85 and 2nd recording head 86. [0181] In addition, the 1st reproducing head 83 and the 2nd reproducing head 84 have the phase contrast of 180 degrees. Moreover, the 1st recording head 85 and the 2nd recording head 86 have the phase contrast of 180 degrees. [0182] The lead guide section 87 is formed in the shape of a level difference along with the peripheral face of the lower drum 81 of a rotating drum 70 in the depth made into mist or size from the thickness of the tape-like record medium 75, and is guided in support of the tape-like record medium 75. Thereby, the 1st reproducing head 83, the 2nd reproducing head 84, the 1st recording head 85, and the 2nd recording head 86 contact by the helical scan to the tape-like record medium 76. [0183] In a rotating drum 70, the tape-like record medium 75 is aslant sent as the run direction shown by Arrow F along with the lead guide section 87 in the lower drum 81. Thereby, to the tape-like record medium 76, by the helical scan, the 1st reproducing head 83, the 2nd reproducing head 84, the 1st recording head 85, and the 2nd recording head 86 contact, and are guided. [0184] MR head 1 concerning this invention becomes possible [getting to know the depth of MR element with the configuration of the magnetic-shielding layer 17 of appearing in the medium sliding surface 16] so that clearly also from the above explanation. For this reason, it becomes easy to make a depth into fixed size, and it decreases that the depths of MR element differ for every MR head. It becomes easy to set a reproduction output constant by this, and the thing by which the reproduction output was stabilized and which is offered MR head 1 becomes possible. [0185] Moreover, when manufacturing MR head 1, the time for measuring the depth of MR element is shortened. For this reason, the production time of MR head 1 is shortened and it becomes possible to raise productivity. Moreover, since it is possible to measure the depth of MR element correctly, it becomes possible to raise the yield of MR head 1. [0186] [Example] Dispersion of depth length produced when the MR head mentioned above and the conventional MR head are manufactured next is explained based on an example and the example of comparison. [0187] Two or more MR heads were manufactured by the method which carried out example ****, and grinding was given so that depth length might be set to 3 micrometers to a sliding surface, respectively. At this time, grinding was given until the cross-section length and the cross-section position of a magnetic-shielding layer which are exposed to a medium sliding surface became a predetermined thing. Then, this MR head was decomposed and actual depth length was measured. [0188] Two or more MR heads were manufactured by the method of the example former of comparison, and grinding was given so that depth length might be set to 3 micrometers to a medium sliding surface, respectively. At this time, grinding was given until the resistance of MR element turned into a predetermined value. Then, this MR head was decomposed and actual depth length was measured. [0189] In an example and the example of comparison, the distribution of actual depth length in each MR head is shown in drawing 58 . As drawing 58 also shows, in an example, it turns out that a depth is 3 micrometers of predetermined length in about 80% of the

manufactured whole MR head. Moreover, when the distribution of the depth of an overall MR head is seen, it turns out that it is within the limits of 2.5 micrometers or more less than 4.0 micrometers. [0190] On the other hand, in the example of comparison, the MR head whose depth is 3 micrometers of predetermined length was about 50% of the whole. Moreover, when the distribution of the depth of an overall MR head is seen, it turns out that it is [1.0 micrometer or more] less than 5.0 micrometers. [0191] From the above result, that dispersion is not looked at by the depth made clear the MR head manufactured in the example as compared with the MR head manufactured in the example of comparison. Moreover, it became clear that it is easy to make a depth into a predetermined size. [0192] [Effect of the Invention] It becomes easy to make a depth into a predetermined size, and it decreases that the magnetoresistance-effect type magnetic head's concerning this invention the depths of a magnetoresistance-effect element differ for every magnetoresistance-effect type magnetic head so that clearly also from the above explanation. It decreases that it becomes easy to set constant the stability of the magnetoresistance-effect type magnetic head, and the depth of a magnetoresistance-effect element changes for every magnetoresistance-effect type magnetic head with this. It becomes possible to offer MR head 1 by which the reproduction output was stabilized by this. [0193] Moreover, ** it becomes unnecessary to measure resistance in order to measure a depth according to the manufacture method of the magnetoresistance-effect type magnetic head concerning this invention. The production time of the magnetoresistance-effect type magnetic head is shortened, and this enables it to raise productivity. Moreover, since it is possible to measure the depth of a magnetoresistance-effect element correctly, it becomes possible to raise the yield of MR head 1.

CLAIMS

[Claim(s)] [Claim 1] While being the magnetoresistance-effect type magnetic head used by ****ing to a tape-like record medium and having the 1st magnetic-shielding member, a magnetoresistance-effect element, and the 2nd magnetic-shielding member in the slide contact direction of a tape-like record medium in this order the medium slide contact side where a tape-like record medium ****s [these each part material] -- exposing -- becoming -- the above 1st and the 2nd magnetic shielding -- at least one side among members The magnetoresistance-effect type magnetic head characterized by being formed according to the depth of the above-mentioned magnetoresistance-effect element in the configuration from which the length and/or the position of the direction of the width of recording track of a cross section in the above-mentioned medium slide contact side change. [Claim 2] the above 1st and the 2nd magnetic shielding -- while one side is formed according to the depth of the above-mentioned magnetoresistance-effect element in the configuration to which the cross-section length of the direction of the width of recording track in the above-mentioned medium slide contact side becomes long among members -- the above 1st and the 2nd magnetic shielding -- the magnetoresistance-effect type magnetic head according to claim 1 characterized by to be formed another side of the members in the configuration to which the cross-section length of the direction of the width of recording track in the above-mentioned medium slide contact side becomes short [Claim 3] the above 1st and the 2nd magnetic shielding -- one side among members While the cross-section position of the direction of the width of recording track in the above-mentioned medium slide contact side is

formed in the configuration which changes in a predetermined direction according to the depth of the above-mentioned magnetoresistance-effect element the above 1st and the 2nd magnetic shielding -- the magnetoresistance-effect type magnetic head according to claim 1 characterized by forming the cross-section position of the direction of the width of recording track in the above-mentioned medium slide contact side in the opposite direction with one side, and being in another side of the members [Claim 4] The magnetoresistance-effect type magnetic head according to claim 1 characterized by being carried in a rotating drum and reading the magnetic signal recorded on the tape-like record medium by the helical scan. [Claim 5] the following -- having -- the above -- a member -- a formation process -- setting -- the above 1st and the 2nd magnetic shielding -- at least one side of the members According to the depth of the above-mentioned magnetoresistance-effect element, form in the configuration from which the cross-section length and/or the cross-section position of the direction of the width of recording track in the above-mentioned medium slide contact side change, and it sets at the above-mentioned slide contact side processing process. the above 1st and the 2nd magnetic shielding -- the manufacture method of the magnetoresistance-effect type magnetic head characterized by determining the depth of the above-mentioned magnetoresistance-effect element by adjusting the amount of processings according to the cross-section length and/or the cross-section position of a member the manufacture method of the magnetoresistance-effect type magnetic head -- it is - a substrate top -- the 1st magnetic shielding -- a member Magnetoresistance-effect element. the member which forms the 2nd magnetic-shielding member one by one -- a formation process The slide contact side processing process which forms the medium slide contact side where the above 1st, the 2nd magnetic-shielding member, and a magnetoresistance-effect element are exposed, and a tape-like record medium ****s by giving a grinding process and/or polish processing to the unilateral side of the above-mentioned substrate. [Claim 6] the above-mentioned slide contact side processing process -- setting -- the above 1st and the 2nd magnetic shielding -- the cross-section length and/or the cross-section position of a member -- in addition, the manufacture method of the magnetoresistance-effect type magnetic head according to claim 5 characterized by adjusting the amount of processings according to the result which measured the resistance of the above-mentioned magnetoresistance-effect element

[Translation done.]